

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

FACULTÉ DE MÉDECINE

N^o 4

L'OSTÉOSYNTÈSE

par

matériel résorbable

THÈSE

présentée et publiquement soutenue devant la Faculté de Médecine de Montpellier

LE 30 JANVIER 1942

PAR

S. ZEITLIN

Ancien Interne des Hôpitaux de Reims

Né à Riga, le 24 mars 1913

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR D'UNIVERSITÉ

(Mention : *Médecine*)

**Examineurs
de la Thèse**

MM. AIMES, Professeur, *Président*.

RICHE, Professeur.

MOURGUE-MOLINES, agr.

ROUX, agrégé.

} *Assesseurs*

MONTPELLIER

IMPRIMERIE CHARLES DEHAN

1942

ZEITLIN (Simon). —

L'ostéosynthèse par matériel résorbable. — *Montpellier, impr. Charles Déhan, 1942, in-8°, 128 pp.*

(Thèse méd. *Montpellier, 1942, n° 4*).

ZEITLIN (Simon). —

L'ostéosynthèse par matériel résorbable. — *Montpellier, impr. Charles Déhan, 1942, in-8°, 128 pp.*

(Thèse méd. *Montpellier, 1942, n° 4*).

ZEITLIN (Simon). —

L'ostéosynthèse par matériel résorbable. — *Montpellier, impr. Charles Déhan, 1942, in-8°, 128 pp.*

(Thèse méd. *Montpellier, 1942, n° 4*).

ZEITLIN (Simon). —

L'ostéosynthèse par matériel résorbable. — *Montpellier, impr. Charles Déhan, 1942, in-8°, 128 pp.*

(Thèse méd. *Montpellier, 1942, n° 4*).

L'OSTÉOSYNTHÈSE
PAR MATÉRIEL RÉSORBABLE

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

FACULTÉ DE MÉDECINE

N° 4

L'OSTÉOSYNTHÈSE

par

matériel résorbable

THÈSE

présentée et publiquement soutenue devant la Faculté de Médecine de Montpellier

LE 30 JANVIER 1942

PAR

S. ZEITLIN

Ancien Interne des Hôpitaux de Reims

Né à Riga, le 24 mars 1913

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR D'UNIVERSITÉ

(Mention : *Médecine*)

**Examineurs
de la Thèse**

MM. AIMES, Professeur, *Président*.

RICHE, Professeur.

MOURGUE-MOLINES, agr.

ROUX, agrégé.

Assesseurs.

MONTPELLIER

IMPRIMERIE CHARLES DEHAN

1942

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Professeurs

Anatomie.....	MM. J. DELMAS.
Histologie.....	TURCHINI.
Physiologie...	L. HEDON.
Chimie biologique médicale et Toxicologie...	CRISTOL.
Physique médicale.....	PECH.
Anatomie pathologique et médec. expériment.	BAUMEL.
Microbiologie.....	LISBONNE.
Pathologie et thérapeutique générales.....	PAGES.
Thérapeutique et Matière médicale.....	JANBON.
Hydrologie thérapeutique et climatologie...	PUECH.
Hygiène.....	CARRIEU.
Médecine légale et médecine sociale.....	VIDAL J.
Pathologie médic. et clin. propédeutique.....	BOULET.
Clinique médicale.....	RIMBAUD.
Clinique chirurgicale.....	GIRAUD, <i>doyen</i>
Clinique obstétricale.....	MASSABUAU, <i>assesseur</i> .
Clinique des maladies ment. et nerv.....	RICHE.
Clinique des malad. des enf. et hyg. du 1 ^{er} âge...	P. DELMAS.
Clinique de dermatosyphiligraphie.....	EUZIERE.
Clinique chirurg. infantile et orthopédie...	BOUDET.
Clinique des maladies des voies urinaires...	MARGAROT.
Clinique gynécologique.....	ETIENNE.
Clinique ophtalmologique.....	JEANBRAU.
Clinique d'oto-rhino-laryng.-maxillo-faciale.	LAPEYRE.
Radiologie (Ch. de c.).....	DEJEAN.
Anatomie (Ch. de c.).....	TERRACOL.
Histologie (Ch. de c.).....	LAMARQUE.
Propédeutique chirurgicale (ch. de c.).....	LAUX.
	GRANEL.
	AIMES.

Honorariat

TÉDENAT, FORGUE, ESTOR, BERTIN-SANS, CABANNES
GALAVIELLE, VIRES, BOSCH, VILLARD, GRYNFELTT.

Chargés de Cours complémentaires

Histoire Naturelle médicale.....	MM. HARANT, agr.
Clinique propédeutique médicale.....	P. RIMBAUD, agr.
Clinique des maladies contagieuses.....	JANBON, prof.
Clinique de la tuberculose.....	VIDAL, prof.
Chirurgie expérimentale.....	GUIBAL, agr.
Pathologie externe.....	MOURGUE-MOLINES, agr.
Médecine opératoire.....	ROUX, agr.
Accouchements.....	CADERAS DE KERLEAU,
Stomatologie.....	FERRIER, (Ch. de c.).

Agrégés en Exercice

Médecine... {	MM. P. RIMBAUD.	Bactériologie..	CARRERE.
	BOUCOMONT,	Chimie.....	MONNIER.
	BERT.	Accouchement	CADERAS de KERLEAU
Urologie.....	TRUC.	Hist. nat. méd.	
		et parasitol.	HARANT.
Chirurgie. {	MM. MOURGUE-MOLINES	Ch. d'agrégat.	LAFON.
	ROUX.		
	GUIBAL.		

Examineurs de la Thèse

MM. AIMES, <i>prof. président.</i>	MOURGUE-MOLINES, <i>agrégé.</i>
RICHE, <i>professeur.</i>	ROUX, <i>agrégé.</i>

La Faculté de Médecine de Montpellier déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leur auteur; qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.



JE DÉDIE CE TRAVAIL

A MON PÈRE

en reconnaissance éternelle pour
tout ce qu'il a fait pour moi

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AIMES

PROFESSEUR A LA FACULTÉ

En témoignage de respectueuse
gratitude pour le grand hon-
neur qu'il nous a fait en accep-
tant de présider notre jury
de thèse.

A NOTRE JURY DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR RICHE

PROFESSEUR DE CLINIQUE CHIRURGICALE

MONSIEUR LE PROFESSEUR-AGRÉGÉ MOURGUE-MOLINES

MONSIEUR LE PROFESSEUR-AGRÉGÉ ROUX

Hommages respectueux.

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX DE PARIS
ET DE REIMS

A MES CAMARADES D'INTERNAT

au milieu desquels j'ai passé de
si belles heures.

Cette thèse, qui était partiellement écrite avant la guerre, devait comprendre quinze observations de fractures traitées par l'ostéosynthèse résorbable, observations réunies en 1938 et 1939 dans les services chirurgicaux des hôpitaux de Reims et de Mézières. Les événements de 1940 ont entraîné la perte de ces documents. Il ne nous a pas été possible de constituer une nouvelle documentation. Nous nous en excusons.

L'OSTÉOSYNTHÈSE PAR MATÉRIEL RÉSORBABLE

Introduction

Nous avons essayé de mettre au point ce travail sur l'ostéosynthèse à matériel résorbable, sachant toutefois que la majorité des chirurgiens préfèrent encore l'ostéosynthèse par plaques métalliques ; celle-ci a démontré son utilité, mais souvent elle est mal tolérée : l'ostéite raréfiante des fragments est un phénomène trop connu pour y insister.

Nous pouvons dire sans hésitation que le traitement sanglant appliqué aux fractures ou pseudarthroses a subi de profondes modifications par l'institution de l'ostéosynthèse résorbable et est entré aujourd'hui dans la pratique courante. En effet, par son matériel résorbable, elle favorise le plus souvent la réparation de la fracture, pour des raisons humorales que nous aurons à traiter plus loin. Mais plusieurs méthodes s'offrent au chirurgien :

La SYNTHÈSE ORGANIQUE ou OSSEUSE RÉSORBABLE, comprenant les méthodes **pédiculées** et **libres**. Ces dernières emploient du *matériel osseux autoplasmé*.

tique, hétéroplastique ou homoplastique. En outre, où doit-on choisir le greffon ? Greffons péronier, tibial, costal ? Ces questions donnent lieu à de multiples controverses. Jusqu'aux travaux d'ORELL, la synthèse organique utilisait surtout un matériel osseux frais, autoplastique. Ce qui explique un certain revirement en faveur de l'os mort, dont ORELL a fixé les caractères physico-chimiques, c'est que ce matériel présente de sensibles avantages : il est très maniable et son emploi n'est limité ni dans la forme ni dans la taille. Ensuite l'os mort d'ORELL — *os purum* — a permis la création d'un matériel osseux nouveau, *l'os novum*, dont nous étudierons les caractères. Nous décrirons donc les procédés en cours qui permettent de réaliser l'ostéosynthèse par matériel résorbable organique, et nous traiterons successivement les différentes méthodes et transplants qui sont utilisés, tout en essayant d'expliquer brièvement le mécanisme physiologique.

L'autre possibilité qui s'offre au chirurgien est d'utiliser l'OSTÉOSYNTHÈSE A MATÉRIEL MÉTALLIQUE RÉSORBABLE. Les partisans de cette méthode, issue de l'ostéosynthèse métallique non résorbable, ont d'abord mis en pratique l'ablation systématique du matériel prothétique, ce qui a conduit finalement à la création de prothèse métallique résorbable en magnésium ou ses alliages.

Ce travail sera donc divisé en deux parties bien distinctes : l'une traitant la synthèse métallique résorbable, avec ses indications opératoires, et la seconde traitant la synthèse à matériel osseux. Les indications opératoires suivront, ainsi qu'un exposé technique des différents procédés employés.

Toutefois, nous voudrions faire remarquer un fait

essentiel avant d'entrer dans les détails de l'ostéosynthèse résorbable : Il est admis que, depuis les travaux de BOEHLER, tout chirurgien doit préférer les méthodes orthopédiques. Aussi chaque fois qu'une fracture le permettra, sa réduction devra se faire sous écran radioscopique par les moyens orthopédiques que le chirurgien pourra mettre en œuvre. Encore faut-il que ces méthodes soient appliquées à l'aide d'une instrumentation convenable, et combien de fois tel praticien ne juge pas une simple fracture digne d'être traitée dans un centre chirurgical bien monté. Il en résulte souvent des catastrophes, si l'on peut appeler ainsi les cals vicieux, les pseudarthroses et les retards de consolidation, qui entraînent des interventions secondaires, pour la plupart sanglantes.

Historique

L'idée d'utiliser des transplants d'os, périostés ou non, s'est heurtée au début à des problèmes biologiques, principalement en ce qui concerne l'ostéogenèse.

Une vaste expérimentation a été mise en œuvre pour vérifier les deux théories de l'ostéogenèse qui s'opposaient : d'une part, la théorie d'après laquelle l'ossification serait un phénomène constructif à point de départ ostéoblastique, phénomène qui amènerait la sécrétion de la substance osseuse. D'autre part, la théorie qui veut que l'ostéogenèse dépende surtout de phénomènes humoraux, mécaniques et chimiques qui amèneraient le dépôt de collagène calcifié. Nous verrons plus loin dans notre étude biologique ce qu'il faut penser de ces théories.

La première expérimentation est due à DUHAMEL-DUMONCEAU, biologiste du XVIII^{me} siècle. Le XIX^{me} siècle vit les travaux de MERRENS, FLOURENS et PHILIPPEAUX, mais le véritable précurseur de la greffe résorbable est OLLIER, de Lyon (1866), qui le premier s'est inquiété du sort du périoste dans les transplantations osseuses et a démontré le rôle du tissu conjonctif dans le processus d'ossification. PATTERSON, PONCET appliquent à l'homme ces découvertes et publient un résultat de

consolidation d'une pseudarthrose, par des greffons d'os périosté de chien.

En 1893 naissent les théories de BARTH, qui emploie des os stérilisés par chauffage intense (geglühter Knochen) et soutient que la substance osseuse utilisée meurt complètement. Ces essais n'ont toutefois qu'un succès très limité.

En 1911, PRINCETEAU préconise à son tour des transplantations d'os libre, mais déplore un grand pourcentage d'échecs.

A l'occasion de la guerre 1914-1918, les théories de LERICHE, POLICARD et d'AXHAUSEN s'affrontent, et le rôle de l'ostéoblaste dans le remaniement des greffons est discuté plus que jamais. HEITZ-BOYER publie également une série de travaux concernant le matériel résorbable osseux.

Parallèlement aux méthodes corticales et sus-corticales d'ostéosynthèse, la méthode axiale, appelée enchevillement, prend à son tour un essort important.

L'idée d'utiliser les deux cylindres creux que réalise une diaphyse fracturée, pour les unir par une cheville axiale, appartiendrait à Ch. HEINE, qui utilisait des chevilles d'ivoire dans une fracture de cubitus. VOLKMANN, en 1882, obtient des résultats appréciables en utilisant des esquilles osseuses fraîches, qu'il fixe dans la cavité médullaire. La première statistique complète semble provenir de GODARD, de Genève, qui, en 1892, publie une série de 29 enchevillements, pratiqués avec des chevilles d'ivoire à la Clinique chirurgicale universitaire de Genève. Le *Traité de chirurgie d'urgence* de LEJARS, paru en 1901, donne une bonne technique de l'enchevillement, mais n'entre pas dans les détails des résultats post-opératoires.

C'est à cette période que se dessine un courant très net contre l'ostéosynthèse axiale, dû aux travaux biologiques de BIEHR, et l'essor donné par LAMBOTTE et LANE à l'ostéosynthèse métallique, fait repousser les procédés intramédullaires par beaucoup de chirurgiens.

En 1916, MAUCLAIR publie un travail portant sur 7 enchevillements, et les anglo-saxons DAVISON et SMITH (1915), HENDERSON (1916), HAGLUND (1917) publient des résultats encourageants de la méthode axiale.

Mais les méthodes ostéo-plastiques et sus-corticales voient une nouvelle prospérité, et, à la suite des travaux de CUNÉO et ROUVILLOIS (1922), l'enchevillement tombe de nouveau en discrédit. Les travaux de DENIKER (1924) et surtout de LERICHE (1926) confirment cette tendance et condamnent la méthode au nom de sa prétendue difficulté. Nous voyons donc que, contrairement aux méthodes corticales et sus-corticales, la méthode axiale n'a pas pu s'affirmer pendant la grande guerre.

Un remaniement des théories d'OLLIER s'est effectué vers 1935, période où ORELL a publié les résultats de ses greffes hétérogènes, qui ont tendance à réhabiliter à la fois les méthodes axiales et corticales par greffe hétérogène d'os mort.

Il faut citer enfin les travaux des partisans de l'ostéosynthèse métallique résorbable, peu nombreux d'ailleurs. L'ablation systématique des prothèses métalliques a conduit GLUCK, de Vienne, à utiliser des plaques de magnésium ; ZIEROLD (1924) s'occupe également de la prothèse métallique résorbable, mais l'utilisation courante n'est préconisée qu'en 1928 dans une thèse de GALFRÉ, et c'est VERBRUGGE (1934) et MENEGAUX (1936) qui s'occupent des différentes indications opératoires.

Aperçu général sur la biologie osseuse

Pour comprendre les phénomènes biologiques intéressant l'ostéosynthèse, et plus spécialement l'ostéosynthèse à matériel résorbable, il faut jeter d'abord un regard sur le *processus de régénération osseuse des fractures*.

Tout foyer de fracture contient un hématome plus ou moins volumineux, qui se transforme rapidement en un coagulum, infiltrant la périphérie des fragments osseux. Le réseau fibrineux résultant de la coagulation est envahi rapidement par des fibroblastes qui provoquent sa transformation en tissu conjonctif embryonnaire, ce qui constitue le cal conjonctif. Cette formation conjonctive sera bientôt organisée et pénétrée par une multitude de néo-vaisseaux capillaires. Pour compléter la préparation d'un terrain favorable à l'ossification, le périoste et les tissus conjonctifs voisins se rapprochent également de l'état embryonnaire par une hyperémie intense, d'où une tendance à la résorption osseuse au niveau des fragments, tendance se traduisant par un élargissement des canaux de Havers et une diminution de la densité osseuse. Il résulte, d'autre part, de cette résorption osseuse une libération de matériaux calciques, qui interviennent lorsque des travées osseuses jeunes appa-

raissent aux extrémités des fragments, provoquant un allongement de ces fragments et finalement leur jonction.

Que devient alors le cal conjonctif ? Il s'organise ; en effet, il y a une prolifération de tissu conjonctif de bourgeonnement provenant en particulier du périoste, de la moelle osseuse et des canaux de Havers, et ce processus d'organisation sera d'autant plus actif que le voisinage du cal sera constitué par du tissu jeune bien vascularisé. Le rôle du périoste est capital dans ce processus. En effet, il est gonflé et épaissi par suite du traumatisme, qui a provoqué des hémorragies interstitielles et des décollements. Histologiquement, c'est cette transformation qui le rapproche de plus en plus des tissus embryonnaires, favorisant la culture conjonctive.

Toutefois, l'opinion d'OLLIER, qui donnait au périoste le rôle principal dans la régénération osseuse, a été modifiée par LERICHE et POLICARD. Pour OLLIER, la régénération se faisait dans la fameuse couche ostéogène du périoste, secondée par la moelle osseuse. LERICHE et POLICARD font jouer la présence d'un milieu ossifiable duquel dépendrait la régénération. L'os ne peut se reconstituer que grâce à un tissu conjonctif individualisé au point de vue histologique, appelé, par LERICHE et POLICARD, milieu ossifiable. Il faut donc, selon ces auteurs, non seulement la présence du périoste, mais la création d'un milieu ossifiable dans le périoste avec transport de matière osseuse. Ce transport se fait aux dépens à la fois des grains osseux infiniment petits, conservés contre le périoste traumatisé, et de la résorption lente, mais progressive, du tissu osseux des extrémités fracturées. Il y a ostéolyse et, parallèlement, agrandissement des canaux de Havers et des espaces

conjonctifs. Il est établi que toute genèse de travées osseuses nouvelles est conditionnée par la résorption de l'os existant. Cette résorption commence immédiatement après le traumatisme et ne s'opère que dans la zone traumatisée, sur toute l'étendue du décollement périostique.

Nous voyons donc apparaître dans ce tissu jeune des travées osseuses, travées qui sont assez grêles au début et interrompues d'espaces conjonctifs étendus, ce qui confère au cal une faible densité. Ce n'est qu'au bout d'un certain temps (40 jours) que l'union interfragmentaire se fera plus solide. Peu à peu les travées osseuses se mettront en bon ordre, et la densité et la solidité osseuses augmenteront. Enfin il se produira un remaniement du cal, provoquant une disparition du cal périostique et du cal médullaire avec apparition d'un cal intermédiaire définitif.

L'OSTÉOSYNTHÈSE MÉTALLIQUE
RESORBABLE

Tolérance du tissu osseux vis-à-vis du métal

Ce qui nous intéresse d'abord, c'est le comportement des différents éléments du tissu osseux en face d'un corps étranger métallique ; question importante, envisagée par de multiples auteurs. Ceux-ci en sont venus à préconiser l'ablation du matériel de prothèse après consolidation, et finalement l'utilisation de matériel métallique résorbable. Le fait que le magnésium et ses alliages, le Dow-Métal et l'Elektron (magnésium 92 pour 100 + aluminium 8 pour 100) sont résorbables dans le tissu humain, les ont désignés pour être employés dans l'ostéosynthèse métallique. Inclus dans un os, ces alliages disparaissent au bout d'un certain temps sans laisser de trace. Ces métaux, possédant une certaine solidité, sont stérilisables, facilement maniables, et n'ont qu'un inconvénient : leurs propriétés chimiques vis-à-vis du tissu osseux, qui entraîne une véritable intolérance.

De nombreux essais ont été tentés (NAEGELI 1893, ELSBERG 1906, DUVAL 1916, LEFORT 1918) qui ont abouti à certaines conclusions, mais n'ont pu établir définitivement les causes de l'intolérance. Il faut remonter aux travaux de LERICHE et POLICARD et de leur élève MILLET (1920) pour voir naître les premiers soupçons qui attribuent une certaine toxicité aux différents métaux pouvant gêner la formation du cal conjonctif.

Après l'ablation systématique, conseillée par certains auteurs, c'est dans un ordre d'idées analogues que GALFRÉ et surtout VERBRUGGE introduisent le matériel spontanément résorbable. Quels sont ses avantages biologique ? A vrai dire, il n'y en a pas.

De multiples recherches ont été effectuées pour préciser la question de la tolérance du magnésium vis-à-vis des éléments osseux. ZIEROLD, en 1924, dans un important travail, traitant les métaux habituellement utilisés pour l'ostéosynthèse, conclut que le magnésium paraît retarder la formation de l'os et provoque une réaction intense du tissu conjonctif. CRÉTIN et POUYANNE, en 1933, sont sensiblement d'accord avec ZIEROLD.

GERLACH et surtout HENSCHEN (1934) créent la « série spectrographique », qui indique dans quelle mesure chaque métal est favorable à l'utilisation en ostéosynthèse. Le magnésium est recommandé par ces auteurs.

En 1934, CRÉTIN revient sur l'expérimentation qu'il effectue sur les diaphyses de cobaye. Il déduit que le magnésium retarde sensiblement la consolidation osseuse.

Mais tous ces travaux, nous le voyons, n'expriment pas l'importance de la réaction de voisinage, et la réaction osseuse même vis-à-vis de la prothèse de magnésium. Au contraire, certains auteurs, comme LAMBOTTE, lui prêtent une action stimulante favorable à la régénération osseuse. Ce n'est donc pas expérimentalement, mais histologiquement qu'il fallait envisager la question. VERNE et SANNIÉ (1933) étudient les réactions de la cellule même en face du métal, et ils divisent les métaux en quatre groupes, suivant l'importance de leur toxicité. Le magnésium correspond au groupe le moins toxique.

Précédant VERNE dans ses travaux, SINGER et HODER

(1929) placent des fragments métalliques à des distances variables d'une culture de cellules, tout en observant la croissance de celle-ci : ils constatent une action nettement inhibitrice du magnésium et de ses alliages, action due à la toxicité de ses sels. Ces résultats sont confirmés par les travaux de MENEGAUX et ODIETTE, effectués en 1936 ; dans une première série d'expériences, ces auteurs placent différentes rondelles métalliques en présence d'une culture de fibroblastes, obtenue par la méthode dite « en goutte pendante » : le magnésium supprime toute croissance de la culture et il y a une sensible différence d'agrandissement de l'aire de pousse par comparaison avec les cultures-témoins. De plus, on observe un important dégagement d'hydrogène, qui conduit à la désagrégation du dépôt métallique, et à sa transformation en hydrate de magnésium. Finalement cet hydrate se transforme en carbonate sous l'action du métabolisme cellulaire. Les deux alliages du magnésium, l'Elektron et le Dow-métal, démontrent la même toxicité et un dégagement d'hydrogène analogue.

L'action du magnésium et de ses alliages sur les ostéoblastes d'embryon de poulet constitue la deuxième série d'expériences. Ici encore, le magnésium se montre très toxique et inhibe toute croissance en provoquant la mort de l'explant. Le magnésium mis en présence d'ostéoblastes provenant d'embryons humains, donne les mêmes résultats que ceux obtenus avec les ostéoblastes de poulet : il se montre encore très toxique et le dégagement d'hydrogène donne lieu à de sérieuses dislocations du réseau de fibrine sur lequel se développent les cellules ; douze heures suffisent pour créer une nécrose de l'explant primitif, qui s'accompagne d'une forte alcalinisation du milieu. MENEGAUX conclut à une toxicité

du magnésium qui inhibe toute croissance et possède même une action nécrosante. Toutefois, *in vivo*, grâce aux réactions de défense de l'organisme, l'effet toxique du métal et de ses alliages ne se traduirait pas toujours par la nécrose de l'os ou par la non-consolidation.

Reprenant les expériences de ZIEROLD et de CRETIN, HAY-GROVES étudie le problème du magnésium du point de vue clinique. Cet auteur opère sur six chats auxquels il introduit des tiges de magnésium dans la cavité médullaire tibiale et étudie les réactions osseuses. Comment procède-t-il ? Il provoque des traumatismes violents pour fracturer le tibia, introduit la tige en magnésium et immobilise pendant quarante jours. Les résultats sont franchement défavorables : non seulement les chevilles de magnésium se brisent au bout d'un certain temps, mais la réaction périostique est considérable et aboutit même à la formation d'abcès. De plus, il observe des déplacements importants et les fragments d'os sont considérablement hypertrophiés. A la suite de ces constatations, HAY-GROVES conclut que le magnésium ne convient pas à la prothèse interne.

VERBRUGGE reprend ces expériences en 1934. Il utilise d'abord des lapins. Sa technique, minutieusement préparée, consiste à mettre en place une tige de magnésium dans le tiers supérieur du tibia ; ensuite la plaie est refermée. Ses résultats sont encourageants : en effet, six animaux guérissent *per primam*, n'ayant présenté aucun phénomène local. La différence entre ces résultats est-elle due au traumatisme supplémentaire que HAY-GROVES a fait subir à ses sujets d'expérience ? Mais il faut remarquer également que chez les animaux de VERBRUGGE la réaction ostéo-périostée est moindre, la déformation et l'hypertrophie osseuse, observées chez

HAY-GROVES faisant défaut : on ne retrouve qu'une réaction minime augmentant peu à peu, sans produire de cal exubérant ni de compressions nerveuses. La tolérance des tissus serait donc manifeste. Encouragé par ses recherches sur les lapins, VERBRUGGE utilise dorénavant le magnésium et ses alliages dans la pratique hospitalière : entrant dans le domaine clinique, la question de l'utilisation du magnésium ne se pose pas seulement du point de vue tolérance des tissus osseux vis-à-vis de ce métal ; la rapidité de résorption, et l'état de l'os après la disparition complète du métal sont d'un intérêt incontestable. Il faut envisager enfin le sort de l'hydrogène dégagé par le magnésium en voie de résorption.

Nous avons vu qu'aux rapports négatifs de MENEGAUX et de HAY-GROVES s'oppose celui de VERBRUGGE. Ce dernier, loin de nier le rôle nocif du magnésium et de ses alliages, se contente de l'utiliser en *petites quantités* ne dépassant pas *quatre grammes* ; cela correspondrait à de petites agrafes ou vis et à des clouages épiphysaires. Pour ces petites quantités de magnésium, la résorption semble être complète ; elle est suffisamment lente pour permettre l'édification du cal sans poser des problèmes statiques dangereux. La réaction périostée est minime et le cal osseux n'est pas exubérant. Sa solidité enfin semble demeurer suffisante. Cette résorption, pour des quantités variant entre deux à quatre grammes de magnésium, se fait plus particulièrement à partir des surfaces métalliques en rapport avec les parties molles.

Mais la question qui pose un certain problème, est celle du *dégagement de gaz*, dont la disparition est lente. En présence du sang et de son acide carbonique, le magnésium est attaqué et forme du carbonate de magné-

sium avec dégagement d'hydrogène, et cela dès son introduction dans l'organisme humain. Nous avons déjà vu dans les expériences de MENEGAUX le rôle nocif de l'hydrogène sur l'ensemble des cellules cultivées *in vitro*. Quelle est son action *in vivo* ? Un premier temps voit l'hydrogène fuser dans les parties molles, provoquant des crépitations caractéristiques et allant jusqu'à la surface de la cicatrice, qui peut même s'entrebâiller. Dans un temps ultérieur, l'hydrogène se localise dans le tissu osseux, lui donnant un aspect ostéoporotique, et finalement il se fixe au reste du métal en voie de résorption, pour disparaître avec lui. Le problème capital qui se pose donc dans la première période, est de supprimer les fusées d'hydrogène. VERBRUGGE résout cette question par de multiples ponctions de la poche de gaz produite. Par cette évacuation artificielle, il évite ou diminue d'intensité la période de fixation du gaz dans le tissu osseux, et empêche aussi un entrebâillement éventuel de la cicatrice.

Enfin un fait d'ordre physico-chimique mérite d'être connu. Une publication de LAMBOTTE, datant de vingt ans, mentionne un échec complet d'une ostéosynthèse par plaque de magnésium, mais à vis d'acier. Il observa une désagrégation complète de la plaque, avec réaction douloureuse importante et dégagement de gaz appréciable.

Nous avons sous la main une autre observation de BÉRARD et CREYSSEL qui aboutit également à un échec. Ici la technique classique de l'ostéosynthèse est utilisée dans des conditions impeccables. Toutefois, au dernier moment, les vis en métal résorbable se sont avérées inutilisables et ont été remplacées par des vis en acier. Au bout de quelques semaines apparaît une escarrifica-

tion importante avec suppuration et absence de toute consolidation.

Devant ces accidents, nous nous demandons si l'utilisation d'un matériel métallique uniforme ne s'impose pas, sous peine de voir apparaître des incidents imputables à des *phénomènes d'électrolyse* au niveau de la fracture appareillée. Ces phénomènes électrolytiques, déjà étudiés par CUNÉO et ROLLAND, MASMONTEIL, DE LA GORCE et HENRY, seraient des éléments importants dans la genèse des accidents de l'ostéosynthèse métallique. DAMANY, étudiant les différentes associations de métaux, a pu mesurer des différences de potentiel allant jusqu'à 50 millivolts. Pour le magnésium et ses alliages, Elektron et Dow-métal, le dégagement d'hydrogène et la présence d'un corps oxydant — en l'espèce, de l'oxygène des tissus — provoque un intense phénomène de dépolarisation au niveau des deux métaux de nature physique et chimique différente, créant ainsi une véritable pile à faible voltage.

Nous voyons donc la nécessité d'utiliser strictement des métaux résorbables de même nature.

Indications et particularités techniques de l'ostéosynthèse métallique résorbable

Nous avons vu dans un des chapitres précédents les conditions générales de la tolérance d'une prothèse osseuse résorbable. Nous avons constaté, d'autre part, l'intérêt qu'il y a de n'utiliser le magnésium et ses alliages qu'en quantités restreintes. Ces restrictions, nécessaires pour éviter des phénomènes d'intolérance osseuse vis-à-vis du magnésium, tracent nettement le cadre des interventions susceptibles d'être pratiquées.

Il s'agit surtout de fractures épiphysaires, rarement diaphysaires. D'autre part, les fractures du calcanéum et des malléoles bénéficieront des vis ou des boulons de magnésium. Rarement nous utiliserons des plaques entières de ce métal, pour des raisons déjà énumérées.

Avant d'aborder les indications opératoires, énumérons rapidement les **CONTRE-INDICATIONS** : La syphilis et la tuberculose ne semblent pas être des contre-indications, car on a obtenu de bonnes consolidations dans ces cas. Dans certains états pathologiques, dont les causes sont tantôt connues, tantôt inconnues, les os acquièrent une certaine fragilité qui les prédispose à des fractures sous l'action de traumatismes insignifiants. Cette fragilité osseuse doit être différenciée des

affections syphilitiques ou tuberculeuses. Il y a en premier lieu la fragilité sénile. Ensuite l'hémophilie, la syringomyélie, l'ostéomalacie et les différents troubles osseux dystrophiques de cause inconnue.

Nous éviterons donc dans ces cas la mise en place d'un corps étranger du groupe magnésium, ou même plus généralement d'un corps étranger quel qu'il soit, parce qu'il créerait à coup sûr des phénomènes d'intolérance se terminant presque toujours par des suppurations prolongées. Nous nous bornerons à réduire et à immobiliser, et renoncerons à toute intervention sanglante.

Une contre-indication à part est la maladie de Cushing. L'exubérance des cellules basophiles de l'hypophyse crée entre autres phénomènes, que nous n'avons pas à traiter dans le cadre de ce travail, un amincissement très net de la couche corticale diaphysaire. En présence de toute fracture peu douloureuse des membres, de la clavicule, des côtes, nous devons rechercher par la radiographie l'état d'ostéoporose, et, s'il existe, abandonner l'idée de la synthèse.

Abordons ensuite les contre-indications dues à des causes locales. Ce sont d'abord les sujets ayant présenté des troubles vaso-moteurs sympathiques (LERICHE et POLICARD) d'origine traumatique, qui provoquent au bout de quelques jours l'hyperémie avec raréfaction du tissu osseux, aboutissant à une véritable ostéite raréfiante post-traumatique. Nous commencerons par pratiquer une sympalhectomie péri-artérielle, et, selon le résultat, nous déciderons si une intervention sanglante ne paraît pas trop risquée.

Comme contre-indications, il faut noter encore :

Les fractures ouvertes, avec ou sans délabrement musculaire important ;

Les fractures comminutives à fragments multiples et petits, disséminés dans le foyer de fracture ;

D'une façon générale toute fracture compliquée d'ostéite ou de suppuration.

Pour le **MEMBRE INFÉRIEUR**, la synthèse métallique résorbable est indiquée dans quelques cas bien définis :

Fractures du plateau tibial (exceptés les tassements) : Nous aurons à traiter les *fractures sous-tubérositaires*, situées au niveau de la soudure de l'épiphyse avec la diaphyse, et les *fractures articulaires*, fractures proprement dites du plateau tibial, comprenant toute la gamme des fractures tubérositaires. Le principe du traitement chirurgical est en général le même, quelle que soit la variété : il consiste à réduire la fracture par une arthrotomie classique et à maintenir les fragments réduits par une fixation définitive à l'aide d'une vis ou d'un boulon résorbables. Toutefois, il faut toujours envisager d'abord la méthode orthopédique et ce n'est qu'en présence d'impossibilité absolue de réduction, que nous devrions nous servir de la méthode sanglante. En effet, l'extrémité supérieure du tibia, étant formée de tissu spongieux, se prête mal à l'ostéosynthèse, et donne parfois lieu à des accidents articulaires. Sans éliminer le traitement sanglant, nous pensons qu'il faut le réserver à des déplacements sérieux, et délabrements ligamentaires importants. Dans cet ordre d'idées, SOUPAULT préconise même une simple suture des fragments au calgut chromé.

Dans les **fractures partielles**, intéressant le **condyle externe** ou le **condyle interne**, nous nous contenterons

d'un vissage. Il faut insister sur un bon forage et taraudage successifs avant d'engager la vis en métal résorbable.

Si le trait de fracture est situé verticalement, partant près de l'épine tibiale, ou si nous sommes en présence d'une fracture bicondylienne, généralement à gros délabrement, avec ou sans participation péronière, nous procéderons à un boulonnage. L'arthrotomie pratiquée dans cette intention ne sera pas une arthrotomie large. Une incision latérale, causant le moins de dégâts possible, sera suffisante dans la plupart des cas. Si dans une fracture bicondylienne particulièrement importante elle s'avère insuffisante, nous pouvons recourir à l'arthrotomie antérieure en U, sans jamais sectionner le ligament rotulien (BROCQ). L'asepsie la plus minutieuse sera de rigueur. Il est facile de comprendre qu'une infection post-opératoire conduira à des complications articulaires désastreuses.

Fractures du cou de pied : Les *fractures sus-malléolaires* et *malléolaires externes* ne nécessiteront que rarement une intervention sanglante. Tout autrement se pose le problème pour les *fractures bi-malléolaires* et les fractures par abduction comme les *Dupuytren haute et basse*. L'irréductibilité fréquente de ces fractures, et l'impossibilité de les maintenir quand les parties molles sont œdématisées ou gonflées par l'hématome, posent nettement l'indication opératoire.

Nous devons distinguer trois grandes variétés (CUNÉO) :

1° *Fracture du péroné au-dessus de l'interligne tibio-péronier* dans les Dupuytren hautes avec diastasis. Le corps du tibia est déplacé en avant ou en dedans

et s'est écarté de l'extrémité inférieure du péroné. La réduction du coin osseux tibial postérieur réduit donc en même temps le diastasis.

2° *Fracture du péroné au-dessous des attaches du ligament péronéo-tibial* dans les Dupuytren basses. La malléole externe perd ses connexions avec le péroné d'une part, et avec la marge postérieure du tibia d'autre part. Le tibia se déplace en avant ou en dedans. Ici la réduction de la malléole externe ne dépend plus de celle du fragment tibial, puisque la malléole a perdu toute continuité avec le tibia et le péroné. Elle devra donc se faire séparément, et ce n'est qu'après cette réduction que le diastasis disparaîtra.

3° Le trait de fracture du péroné siège *au niveau de l'interligne péronéo-tibial*. Il y a séparation du péroné, de la malléole externe et du tibia. Ici également nous devons prévoir un temps opératoire péronier pour faire disparaître le diastasis.

L'indication opératoire se pose donc de la façon suivante : quelle que soit l'une des trois variétés, nous pouvons nous trouver en face d'un fragment marginal postérieur, qui sera réduit par vissage en métal résorbable et abordé de préférence par voie postérieure. Dans certains cas, au contraire, nous devons intervenir sur les deux malléoles ou sur la malléole interne et le péroné et les réduire également en utilisant des vis carrées de magnésium.

Fractures du calcanéum. — Ne peuvent bénéficier utilement d'une ostéosynthèse métallique résorbable que les fractures extra-thalamiques : *rétro et préthalamique*. En ce qui concerne les *fractures sous-thalamiques*, elles seront étudiées dans la deuxième partie de ce travail.

En effet, la pose du matériel d'ostéosynthèse dans ce dernier cas, présente de grosses difficultés qui ont fait abandonner cette technique en faveur des greffes ostéopériostiques sous-thalamiques (WILMOTH).

Nous commencerons la réduction par la méthode orthopédique, en utilisant de préférence la réduction à l'ostéoclaste de PHELPS-GOCHT. Après réduction, il s'agit de maintenir. Si les différentes techniques orthopédiques de BOEHLER, de WESTHUES ne réussissent pas il faut utiliser la réduction sanglante. Pour les fractures extra-thalamiques, le problème est relativement facile. Après réduction manuelle, nous pratiquons une petite incision à la face postérieure du calcanéum, et fixons le fragment détaché, par un ou deux clous carrés en magnésium, après avoir effectué les forage et taraudage nécessaires. Seront traitées de cette façon les fractures de l'angle postéro-supérieur (fractures en bec de canard); les fractures de la face postérieure à fragment quadrangulaire par décoiffement, les fractures de l'angle postéro-inférieur en coin. Quant aux fractures rétro-et pré-thalamiques, nous les aborderons par la voie externe en L, contournant la pointe malléolaire. Après avoir relevé les tendons péroniers, nous effectuerons la manœuvre de LENORMANT, qui consiste à relever à la spatule le plateau thalamique affaissé. Pour désengrêner les fragments, nous ferons subir une forte traction à la grosse tubérosité, ou, mieux encore, nous pratiquerons une ténotomie achilléenne (MUTRICY). La réduction est maintenue à l'aide de deux vis en alliage résorbable pour les fractures rétro-thalamiques, ou d'agrafes du même genre, dans les fractures pré-thalamiques.

Fractures épiphysaires de l'extrémité inférieure du fémur. — Ce sont surtout les fractures condyliennes qui peuvent nécessiter une intervention sanglante, et poser une indication de vissage en Dow-métal. Il faut intervenir dans les fractures à grand déplacement, qu'elles soient unicondyliennes, bicondyliennes, fractures en T ou en V.

Nous aborderons les *fractures unicondyliennes complètes* par une incision interne, remettrons en place le fragment, et terminerons par un vissage en Dow-métal dans l'autre portion condylienne. Pour les fractures bicondyliennes, sus ou intercondyliennes et les fractures en V, nous aborderons l'articulation par voie transrotulienne (ALGLAVE) ou mieux encore par voie basse (LAMBOTTE). Evacuer l'hémarthrose, nettoyer l'articulation, puis vissage des fragments entre eux et des fragments avec la diaphyse. Nous verrons dans la deuxième partie de ce travail que nous pouvons associer dans certaines variétés en V le matériel osseux résorbable à un vissage transcondylien. Terminer par une fermeture soignée de l'articulation et immobilisation en flexion dans un plâtre pendant cinq à six semaines.

Le **MEMBRE SUPÉRIEUR** ne fournit que peu d'indications à la synthèse métallique résorbable. Depuis les travaux de BOEHLER, la plupart des fractures de la main et des doigts sont traitées orthopédiquement, et si vraiment il se présente des cas rebelles à l'orthopédie, la synthèse par matériel osseux donne de meilleurs résultats. Seul le premier métacarpien fracturé peut bénéficier de l'intervention sanglante. Rappelons-nous que dans la fracture de Bennet, compliquée de luxation complexe, le redressement de la phalange est

souvent impossible ; après avoir essayé la méthode de TIXIER, il faut se résigner à la réduction sanglante, en fixant les deux fragments à l'aide d'un petit clou en Dow-métal.

Les **fractures du coude** groupent, d'une part les fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus, et, d'autre part, les fractures de l'extrémité supérieure du cubitus (olécrane) et de l'extrémité supérieure du radius (tête et col). De toutes ces variétés, une seule nécessite constamment la réduction sanglante : c'est la **fracture** avec déplacement de l'**olécrane** ; elle justifiera une fixation du fragment olécranien par une vis en Dow-métal.

Quant aux fractures du **condyle externe de l'humérus**, la réduction peut être difficile, nécessitant parfois un vissage. Citons enfin les **fractures de l'épitrôchlée** : le fragment épitrôchléen se porte habituellement en bas et en dedans, et il est impossible de faire des manœuvres de réduction précises. On peut pratiquer un vissage, mais il n'y a généralement pas lieu de se préoccuper de la situation dans laquelle se fixera le fragment épitrôchléen ; en effet, très souvent, ce fragment reste mobile en créant une pseudarthrose et le fonctionnement articulaire ne s'en ressent nullement.

Les **fractures de l'épaule** ne justifient l'emploi de matériel métallique résorbable que dans un petit nombre de cas. Ce sont les *fractures tubérositaires* pouvant être maintenues par vissage en Dow-métal, et les *sous-tubérositaires* où l'on pourra employer utilement des agrafes en magnésium. Mais avant de poser une indication opératoire, il faudra s'assurer que l'intervention ne donnera pas un résultat fonctionnel inférieur à celui qu'obtiendrait la seule immobilisation.

L'OSTÉOSYNTÈSE RÉSORBABLE
A
MATÉRIEL NON MÉTALLIQUE

Nature du matériel utilisé

Beaucoup plus encore que l'ostéosynthèse résorbable métallique, l'ostéosynthèse résorbable non métallique répond aux conditions biologiques qu'exige l'os en voie de consolidation. On a commencé par préconiser la corne, ensuite l'os mort, et l'os vivant prélevé sur le sujet même (HEITZ-BOYER, DAHL, ARNOLD) ; dans ce dernier cas l'os peut provenir des différentes régions anatomiques aussi bien que du foyer de fracture même. Dans le même ordre d'idées, DANIS a fait construire une instrumentation qui lui a permis de réaliser toutes les prothèses en os frais. Enfin ORELL et WALDENSTROEM ont mis au point, comme nous l'avons déjà vu plus haut, un procédé qui permet d'utiliser l'os de bœuf ayant subi un traitement physique et chimique le rendant, physiologiquement parlant, perméable à l'organisation osseuse. Tout cela nécessite donc une classification séparant distinctement les différentes possibilités tout en étant assez rigide.

Classant l'ostéosynthèse à matériel osseux dans le cadre des greffes osseuses, nous devons distinguer deux grandes catégories de greffes :

- 1^o GREFFE PÉDICULÉE ;
- 2^o GREFFE LIBRE.

Au sens rigoureux du mot, seules les **greffes pédiculées** méritent le nom de greffes, car seules elles conservent leur vitalité. Ce fait est important, car il permet au greffon la survie, la lutte efficace contre la nécrose et surtout contre l'infection. De plus, il est le point de départ d'un processus d'ostéogenèse active dont l'absence est très souvent cause de l'élimination du greffon.

La catégorie des **greffes libres** rentre dans le cadre des ostéosynthèses. Nous distinguons ici trois sortes de matériel :

1^o *Matériel autoplastique*, prélevé sur le sujet lui-même ;

2^o *Matériel homoplastique*, prélevé sur un sujet de même espèce ;

3^o *Matériel hétéroplastique*, prélevé sur un animal, et ayant subi un certain traitement physique et chimique.

Comme MATÉRIEL AUTOPLASTIQUE sont utilisés presque exclusivement deux os : le péroné et le tibia. Nous verrons plus loin que l'emploi de ces éléments autoplastiques favorise la reconstitution du segment osseux et s'avère fortement ostéogénétique ; parallèlement à la destruction d'os que les phénomènes d'ostéoclasie produisent au niveau de la fracture, il y a reconstitution d'un volume égal d'os. Si l'on se sert du péroné, il faut savoir que cet os a une structure très compacte et ne se résorbe que très lentement ; il sera donc utilisé pour des synthèses qui exigent une certaine solidité (fémur, certaines fractures de tibia). Si, au contraire, c'est le tibia qui sert à la confection du matériel de synthèse, nous tiendrons compte du fait que, grâce à sa vascularisation plus grande que celle du

péroné et à sa moindre consistance, il se résorbe plus rapidement.

Quelles sont les différentes sortes de greffes autoplastiques ? Suivant leur constitution on distingue :

1^o *Les greffes ostéopériostiques (minces et épaisses).*

2^o *Les greffes osseuses dépériostées.*

3^o *Les greffes segmentaires.*

La greffe ostéopériostique mince, préconisée par DELAGÉNIÈRE, a pour principe le fait que la régénération osseuse se fait principalement aux dépens du périoste par l'intermédiaire de la « couche ostéogène » (OLLIER). Cette méthode peut être combinée avec une ostéosynthèse intra-médullaire de façon qu'il y ait manchonnage ostéopériostique, renforçant l'action ostéogénétique du greffon intra-médullaire.

La greffe ostéopériostique massive est issue des travaux d'AXHAUSEN et surtout d'OLLIER. Pour ces auteurs, la greffe n'était couronnée de succès que si le transplant osseux possédait sa couche périostée, conclusion qui fut acceptée comme immuable pendant une cinquantaine d'années. LERICHE et POLICARD modifient la loi d'OLLIER en faisant dépendre la régénération osseuse de la présence d'un milieu ossifiable. Pour eux, l'os se reconstitue grâce à un tissu conjonctif individualisé au point de vue histologique, appelé milieu ossifiable ; milieu réalisé en terrain aseptique qui crée dans toute l'étendue du périoste un « semi osseux », le périoste représentant un véritable « porte-greffe » (LERICHE). Voici comment ALBEE conçoit la greffe autoplastique : « la greffe doit être autogène ; le greffon doit être placé dans des conditions telles qu'il y ait rétablissement rapide et suffisant

de la circulation sanguine dans son épaisseur ; le greffon doit être suffisamment large pour constituer un agent de fixation et d'immobilisation. Il doit comprendre toutes les couches osseuses, qui doivent être exactement appliquées contre les couches correspondantes de l'hôte ; le greffon doit être suffisamment solide pour ne pas se rompre jusqu'à ce que l'ostéogénèse soit suffisante à son pourtour. » C'est dans la même intention que SIMON a préconisé un « fragment périosté » pour retarder l'absorption du greffon, et lui faciliter son rôle statique jusqu'à néoformation osseuse suffisante. De multiples auteurs ont remarqué en effet que la résorption du greffon utilisé dans les ostéosynthèses à matériel osseux se faisait beaucoup plus rapidement lorsque ce greffon était dépériosté. Il est facile de comprendre que les canaux de Havers se revascularisent d'autant plus vite que le transplant est plus spongieux ; or le périoste constitue un obstacle à cette revascularisation, obstacle utile dans certaines occasions où l'on désire une résorption lente du matériel autoplastique utilisé.

Pour en venir aux **greffes osseuses dépériostées**, nous devons passer par une période intermédiaire, où l'on a d'abord mis en doute les idées d'OLLIER, qui avaient régné pendant un demi-siècle. C'est sans doute HEITZ-BOYER qui, le premier, a contribué à mettre fin à cette croyance, que le périoste est un agent créateur d'os, et a conclu que c'est l'os qui crée l'os, et non pas le périoste. L'erreur utile d'OLLIER consistait à ruginer l'os, de façon à détacher avec le périoste des parcelles osseuses. Ce sont — d'après HEITZ-BOYER — ces parcelles d'os qui contribuent à la régénération osseuse et en sont les facteurs principaux. L'os se régénère par lui-même, ne faisant ainsi pas exception à la loi de spécificité des

tissus dans la régénération. On est donc arrivé à utiliser des greffons purs sans périoste, et une catégorie d'ostéosynthèse a surtout bénéficié de cette acquisition, c'est la méthode axiale de l'ostéosynthèse résorbable, par prothèse placée dans le canal médullaire, et qui se résorbe complètement. La différence est donc fondamentale entre le greffon à la manière d'ALBEE, qui est remanié et incorporé au foyer de fracture, et cette cheville dépériostée, qui est résorbée complètement après avoir rempli son rôle statique de tuteur. Avec LEVEUF, nous disons que le matériel osseux dépériosté placé dans le canal médullaire ne se greffe pas, mais sert d'élément de maintien, d'élément d'ostéosynthèse. Cette utilisation tire un grand avantage de la résorption spontanée, qui supprime toutes les interventions ultérieures ayant pour but l'extraction de la prothèse. Un autre avantage est d'ordre technique : la taille s'avère facile car nous n'avons pas à nous soucier du sort du périoste en calibrant les greffons. Dans les greffes segmentaires enfin, on utilise des segments entiers d'os, presque toujours du péroné. Nous verrons dans un chapitre ultérieur les différents procédés d'utilisation du matériel osseux.

LE MATÉRIEL HOMOPLASTIQUE est inférieur au matériel autoplastique. Employé à l'état frais, il peut provoquer les mêmes phénomènes, mais ceux-ci — et en particulier la néoformation osseuse — sont sensiblement moins intenses. Le procédé le plus sûr consiste à prélever le matériel sur un cadavre dans les six heures qui suivent le décès ; on peut aussi le prélever sur un membre amputé dans l'heure qui suit l'amputation. La conservation du maté-

riel prélevé se fait dans une glacière ou dans une solution de LOCKE ou de RINGER. A moins d'une coïncidence exceptionnelle, nous comprenons que les deux éventualités — réduction sanglante d'une part, et prélèvement du greffon d'autre part — ne se présentent que rarement simultanément. Une autre possibilité de prélèvement de matériel homoplastique est l'os fœtal ; BAUM publie une série de greffes osseuses faites à l'aide d'os fœtal, mais les résultats étaient discutables ; de même la publication de COTTE mentionne une certaine intolérance de l'organisme envers le transplant homoplastique ; à l'heure actuelle, cette méthode n'est utilisée que rarement.

LE MATÉRIEL HÉTÉROPLASTIQUE employé dans l'ostéosynthèse résorbable non métallique n'est pas obligatoirement d'origine osseuse. Nous avons sous les yeux une communication de CARREL (1936), qui préconise l'emploi de corne de bœuf comme matériel de synthèse.

D'après lui, les résultats ont été excellents, mais la résorption a été très lente. D'autre part, il y a une réserve à faire, c'est le manque total d'activité ostéogénétique de ce matériel.

Quant à l'emploi du matériel osseux, nous avons vu plus haut que pendant longtemps les procédés les plus classiques ont donné la préférence au matériel osseux frais, autoplastique, défendu tant de fois par les travaux d'OLLIER, d'AXHAUSEN et d'ALBEE : qu'il s'agisse du tibia, du péroné ou d'autres os, le procédé se résumait à prélever une tige osseuse et à s'en servir comme soutien dans une fracture du squelette du même sujet. La forme et les dimensions de l'os étaient donc forcément peu variables et d'une utilisation assez restreinte, car

le matériel prélevé ne pouvait être travaillé librement au moment de l'intervention.

Les théories de BARTH ont été d'une conception fort différente. BARTH préconisait l'emploi d'os stérile pris sur d'autres individus ou sur des animaux, en se basant sur de multiples examens microscopiques des os de transplantation. Croyant à la mort du tissu osseux utilisé, il estimait que le prélèvement et l'emploi des os stériles hétérogènes ne présentait aucun obstacle. Le résultat pratique des recherches de BARTH fut l'utilisation du « *geglühter Knochen* », c'est-à-dire de l'os fortement chauffé et débarrassé ainsi de ses substances organiques. Mais ce fut un succès très limité car la calcination des os provoquait une obstruction des canaux de Havers par le charbon animal et les sels minéraux ; toute formation de cellules vivantes au foyer d'implantation était donc impossible.

AXHAUSEN soumit les travaux de BARTH à une critique sévère et préconisa comme OLLIER l'emploi d'os frais, en insistant comme nous l'avons vu sur l'importance du périoste dans la néoformation d'os. Néanmoins la tendance persistait d'utiliser l'os stérilisé pour la confection de vis, de tiges et de chevilles aux fins d'ostéosynthèse. On a utilisé successivement l'os de veau, l'os de singe, l'os de cheval — abandonné ensuite parce qu'il est trop cassant — et on est arrivé actuellement à l'os de bœuf. Une question importante s'est posée : comment conserver le matériel hétéroplastique ? On a éliminé d'abord l'emploi d'un greffon hétéroplastique frais qui posait trop de problèmes quant à sa stérilisation.

L'emploi des **greffons conservés** dépend de deux conditions : asepsie et vitalité. SICARD propose la prépara-

tion suivante pour garder au greffon à la fois l'asepsie et ses propriétés statiques : séjour pendant vingt-quatre heures dans un mélange de :

xylol	}	— aa
éther		

le traiter ensuite pendant quarante-huit heures par le mélange suivant :

éther	}	— aa
alcool 90°		
formol pur		

sortir et stériliser à l'autoclave pendant une demi-heure à 100° ; ensemer dans un bouillon de culture : si le bouillon reste stérile pendant quarante-huit heures, le matériel peut être utilisé, mais, avant sa mise en place, il faut le badigeonner à la teinture d'iode. C'est donc un procédé fort compliqué.

CUNÉO en propose un autre beaucoup plus simple qui vise surtout la vitalité du matériel : conserver le greffon simplement dans une solution de Ringer à la température d'une glacière. Un autre procédé consiste à stériliser l'os à la chaleur humide (autoclave) et à le conserver ensuite dans l'alcool à 70°. C'est la préparation courante de la plupart des greffons osseux hétéroplastiques que l'on trouve dans le commerce. On peut encore utiliser le matériel hétéroplastique en le faisant bouillir. Cette méthode a l'avantage de provoquer l'union étroite du greffon à l'os fixé et sa résorption facile. Il faut cependant rappeler que l'emploi de l'os mort présente quelques inconvénients : les agents physiques et chimiques employés peuvent altérer son pouvoir ostéogénétique ; d'autre part, la résorption est très lente.

Dans cet ordre d'idées, des recherches ont été entreprises, en vue d'améliorer l'assimilation du matériel hétéroplastique : LE DENTU a proposé la décalcification de l'os employé ; si l'amélioration biologique du matériel traité ainsi est certaine, les qualités statiques n'en sont pas moins influencées défavorablement, et il en résulte une fragilité extrême de l'os ; d'ailleurs les conceptions ostéogénétiques actuelles sont contraires à la privation en calcium d'un matériel destiné à faciliter l'ostéogénèse. Pour faciliter l'organisation et la résorption du transplant osseux, il faut surtout favoriser le développement rapide du tissu conjonctif dans ses canaux. Cette notion importante conduit S. ORELL et WALDENSTROEM à créer des préparations osseuses presque réduites à leur élément calcique, et appelées **os purum** ; on les obtient par un traitement physique et chimique qui libère l'os mort de ses graisses et albumines, et même de tout tissu conjonctif, de façon que les canaux de Havers soient purifiés et bien perméables et qu'il ne reste plus qu'une charpente calcaire et le collagène. La purification se fait de la façon suivante : le matériel osseux est débarrassé d'abord de ses tissus mous par rugination. Nous taillons le greffon à notre guise et le traitons ensuite par un bain prolongé dans une solution saline ; il en résulte une disparition des substances albuminoïdes. Rincer ensuite, nettoyer le greffon et le tremper dans un bain de lessive de potasse chaude, qui libère les canaux de Havers de leur revêtement conjonctif. Enfin on élimine la graisse par un bain d'acétone. L'os purum ainsi obtenu se prépare à partir de n'importe quel os. Les Suédois le fabriquent avec l'os de bœuf. Il est conservé à sec et on le stérilise par une ébullition d'un quart d'heure dans du sérum salé qui

dissout en même temps le collagène de l'os purum, rendu ainsi demi-mou, et facile à manipuler.

Si nous faisons une implantation d'os purum entre périoste et os, dans un os long, nous observons la formation d'un tissu osseux nouveau entre l'os purum et l'os fixe du point d'implantation. Cette néoformation osseuse est appelée par ORELL **os novum**. Pratiquement on obtient l'os novum en implantant une tige longue et mince d'os purum sous le périoste de la face antéro-interne du tibia ; après deux mois nous enlevons la tige, qui est alors entourée d'une matière osseuse nouvelle de consistance molle. Cet os novum est extrait à l'aide d'une curette spéciale (ORELL), et peut servir à l'ostéosynthèse résorbable. Son emploi chirurgical est surtout indiqué pour l'ostéosynthèse d'apophyses de vertèbres tuberculeuses, l'ostéosynthèse des pseudarthroses et certaines arthrodèses. Cet emploi est facilité par le caractère biologique de l'os novum qui s'adapte aisément aux conditions nouvelles de son lit d'implantation, accepte facilement l'irrigation sanguine et bénéficie d'une tolérance parfaite de la part des tissus qui l'entourent.

Phénomènes biologiques résultant de la mise en place du greffon et sa résorption

Nous avons envisagé au début de ce travail les phénomènes biologiques relatifs à la régénération osseuse des fractures. Rappelons-les brièvement : formation d'un coagulum au niveau du segment fracturé et sa transformation en tissu conjonctif embryonnaire. Organisation de ce cal conjonctif par des néo-vaisseaux et transformation finale en cal osseux. Nous avons vu ensuite les différentes théories visant le siège de l'ostéogénèse. Ce qui nous intéresse dans ce chapitre, c'est essentiellement la biologie du greffon osseux et les phénomènes biologiques qui suivent sa mise en place. Nous devons distinguer à ce sujet les greffes pédiculées des greffes libres.

Le fragment osseux pédiculé utilisé possède suffisamment de vaisseaux pour lui assurer une circulation efficace, ce qui lui donne une physionomie absolument différente des greffons libres. Ceux-ci, privés brusquement de leur apport sanguin, se comportent comme un matériel plus ou moins mort et sont voués à la résorption complète. Le fragment ostéo-plastique détaché continue son évolution, peut même augmenter de volume

et participer à la formation du cal ; sa vascularisation intense lui permet également de lutter efficacement contre l'infection ; somme toute on observe à son niveau les phénomènes d'ostéogénèse banaux que nous rencontrons dans toutes les fractures. Tout autrement se présente le problème biologique des greffons libres. BARTH a prouvé que le greffon libre meurt complètement et que sa substance osseuse est résorbée.

Avant de comparer les processus d'ostéogénèse qui se passent au niveau de ces transplants morts ou vivants, nous considérerons des données biologiques générales.

Le transplant inséré dans le tissu de l'hôte peut passer par trois états :

S'il y a infection, il est éliminé, car il est incapable, démuné de tout élément vital, de lutter contre l'infection.

Si le tissu voisin le tolère, il peut rester en place sans être attaqué par lui, mais sans subir non plus la régénération osseuse.

Le troisième cas, c'est le but recherché dans toute ostéosynthèse résorbable : absorption du matériel et régénération osseuse. Cette absorption se fait grâce à l'action du tissu conjonctif contre le greffon ; quelles sont les principales étapes dans cette absorption ? Le tissu conjonctivo-vasculaire occupe d'abord les canaux de Havers du transplant et les pénètre d'autant plus facilement que ces canaux sont moins encombrés et sont plus larges. Ensuite les bourgeons conjonctivo-vasculaires des tissus avoisinant le lit du greffon, pénètrent directement dans les canaux haversiens du transplant. La revascularisation des canaux de Havers du transplant est suivie par leur attaque, qui provoque leur

agrandissement : le greffon devient poreux et plus spongieux.

Cette destruction de l'os est due aux ostéoclastes et a pour résultat l'absorption totale du transplant osseux qui sera d'ailleurs remplacé par un volume sensiblement égal d'os néoformé. Une régénération osseuse se reproduit en effet simultanément à l'ostéolyse : le conjonctif disposé à la surface des canaux élargis apporte des ostéoblastes, qui construisent sur les travées osseuses nécrotiques un tissu osseux nouveau, l'ostéoïde, disposé en couches lamellaires. On observe donc des phénomènes de métaplasie osseuse au niveau des canaux de Havers élargis, métaplasie qui est diffusée ensuite au voisinage du transplant. L'afflux de chaux dans le foyer de fracture est favorisé par les glandes endocrines, surtout par la thyroïde et la parathyroïde. (D'autres théories ont été émises qui prêtent un rôle important du point de vue ossification à la surrénale, à l'hypophyse et au testicule). L'action de ces glandes endocrines serait déclenchée par une excitation nerveuse provenant du foyer d'implantation et serait un phénomène d'ordre général. De plus, le sang d'un fracturé renfermerait à certains moments une diastase produite par le foyer de fracture, et qui déclencherait également la sécrétion ostéoformatrice des glandes endocrines (IMBERT) ou *bone enzyme* des anglo-saxons. Enfin, il faut tenir compte de l'influence des vitamines et des modifications circulatoires dues au sympathique. Nous avons vu plus haut que, selon les théories de BARTH, l'utilisation du greffon mort est justifiée au même titre que celle du greffon autoplastique vivant ; la résorption est constante dans l'un et l'autre cas, et les phénomènes de prolifération du tissu conjonctif semblent être sensiblement

identiques. L'expérience montre que le greffon vivant meurt complètement, et que la substance osseuse du transplant — qu'il soit primitivement frais ou mort — est à peu près complètement résorbée ; que, d'autre part, il se dépose sur la surface des travées nécrotiques un tissu osseux nouveau. Par ces données, il est donc établi *qu'un fragment d'os vivant ne se greffe jamais tel quel.*

Pourquoi le transplant autoplastique est-il voué à la mort ? Cela s'explique par le fait que les cellules du greffon, enfermées dans l'espace pratiquement étanche de l'intérieur du greffon, sont incapables de survivre par imbibition jusqu'à ce que les capillaires néoformés puissent venir à leur secours. La grosse masse osseuse de l'intérieur est donc détruite, conformément aux théories de BARTH. Tout autre est le sort des cellules situées à la surface du greffon. Les cellules sous-périostées, ainsi que les cellules les plus superficielles des canaux de Havers se trouvent dans des conditions biologiques de survie plus favorables, conditions d'autant plus favorables que les tissus conjonctifs environnants sont plus jeunes, ce qui rend possible une greffe de cellules ostéogènes. Ces faits modifient donc la théorie de BARTH et donnent raison aux vieux principes d'OLLIER et à la théorie d'AXHAUSEN. Dans la pratique, les meilleures conditions biologiques semblent être réunies par les minces transplants ostéo-périostiques d'OLLIER-DELAGÉNIÈRE : nous comprenons aisément que dans ce cas la proportion des cellules ostéogènes capables de se greffer est notablement plus élevée par rapport à la masse osseuse destinée à mourir. Biologiquement parlant, l'autogreffe osseuse vivante recouverte partiellement de périoste présente donc certains avantages, notamment le pouvoir de créer de l'os indépendamment du foyer

osseux voisin. Ce fait la rend plus indiquée pour les grandes pertes de substance.

Observons maintenant cette néoformation osseuse. ORELL précise son siège par ses expériences sur de petits fragments d'os, et constate que la rapidité de l'ostéogénèse n'est pas la même en tous les points du lit du greffon. Le nouveau tissu osseux se développe plus abondamment dans la fente qui existe entre l'os transplanté et l'os du lit d'implantation, ou dans l'espace situé entre le périoste, l'os transplanté et l'os du lit d'implantation. Au contraire, l'ostéogénèse est plus lente dans les canaux de l'os transplanté ; ce retard serait dû au travail de résorption de l'ancienne substance osseuse dure et, dans le cas d'os mort, à la résorption du tissu conjonctif osseux mort.

Dans le même ordre d'idées, nous avons vu qu'ORELL facilite le développement des cellules dans les canaux du transplant en le traitant par un procédé physique et chimique, qui libère l'os mort de ses graisses et albumines, et de ses tissus conjonctifs, de façon que les canaux de Havers soient bien perméables et qu'il ne reste plus qu'une charpente calcaire et le collagène : c'est ce qui réalise l'os purum. Nous avons vu aussi dans le chapitre précédent que l'os mort doit être inoffensif pour l'organisme de l'hôte : il faut que les moyens chimiques utilisés pour sa préparation ne soient pas nocifs ; enfin sa constitution doit permettre une réhabitation facile et une ostéolyse rapide et proportionnée à l'ostéogénèse. Toutes ces qualités se trouvent réunies dans l'os purum. Toutefois, un fait biologique important est à considérer : c'est son *manque de tout élément ostéogénétique*, c'est-à-dire sa dépendance absolue d'un foyer où les cellules ostéogènes existent en

quantités suffisantes ; l'os purum est donc une véritable prothèse résorbable qui sera remplacée progressivement par de l'os néoformé tout en se comportant comme un matériel d'ostéosynthèse classique, c'est-à-dire comme un tuteur rigide. Ses qualités sont, à ce titre, la résistance et la tolérabilité ; et il est résorbable : voilà donc, biologiquement parlant, un matériel de synthèse de choix. La réhabilitation sera d'autant plus facile et d'autant meilleure, qu'il sera plus solidement et plus intimement fixé à l'os récepteur, et que sera évitée toute interposition de tissu évoluant vers la fibrose. Toutefois une grosse perte de substance osseuse, ou des espaces interosseux étendus (synthèse d'apophyses de vertèbres), voient l'os purum incapable de remplir son rôle ; cet insuccès est dû à l'insuffisance d'éléments vivants ostéogènes au niveau du greffon mort, éléments seuls capables d'assurer le succès de la greffe. La présence de ces éléments au niveau de l'os purum constituera l'os novum.

Dans le chapitre précédent, nous avons vu les procédés d'obtention pratique de l'os novum. Biologiquement parlant, c'est une véritable greffe vivante ; en effet, la masse osseuse vouée à la mort, dans le cas précédent d'os purum, est partiellement réhabilitée et apporte avec elle du tissu jeune, provenant de la multiplication de la couche sous-périostée qui constitue l'os novum. Voilà une conception rajeunie des théories d'OLLIER, qui apporte une démonstration flagrante du *pouvoir vital du tissu sous-périosté dans l'ostéogénèse*. D'autre part, les résultats favorables de l'emploi de l'os novum sont une preuve que si le transplant ne trouve pas les cellules ostéogènes au lieu d'implan-

tation, il doit les apporter avec lui sous forme de greffe osseuse vivante.

Qu'elle vienne donc du foyer récepteur ou du greffon lui-même, *la cellule ostéogénique est d'une importance vitale pour l'ostéosynthèse résorbable*, surtout dans certains cas spéciaux. Ces données biologiques nous obligent à envisager séparément les greffons insérés dans un foyer osseux, et ceux qui servent à la réparation d'une importante perte de substance. Pour les premiers, le matériel mort et le matériel vivant auront sensiblement la même valeur. Pour les seconds, l'os mort, n'apportant aucun élément ostéogénétique, sera remplacé utilement par l'os novum ou encore par les procédés discutés plus haut, notamment par les méthodes ostéo-périostées vivantes d'OLLIER-DELAGÉNIÈRE.

Rôle ostéogénétique du matériel résorbable osseux

L'action excitatrice sur l'ostéogénèse de l'hôte, qu'exerce le matériel osseux transplanté, est un des avantages de la synthèse organique. Les expériences de SOUSA PEREIRA, de S. ORELL, donnent sur ces faits des renseignements intéressants. SOUSA PEREIRA pratique sur plusieurs animaux des résections totales ou sous-périostées d'un certain volume d'os, qu'il remplace par un segment d'os mort de même volume et même espèce, débarrassé de son tissu conjonctif et de sa graisse. Quelques mois plus tard la vérification révèle soit une résorption partielle de la greffe (rarement), soit un cal osseux à l'extrémité de la greffe, soit encore une masse d'os néoformé au niveau de la greffe : il faut supposer que la présence d'un greffon réduit à sa charpente osseuse a provoqué des phénomènes d'ostéogénèse. Une vérification de cette supposition s'imposait : la même réaction osseuse pratiquée, sans mise en place de greffon, provoque une décalcification prononcée sans rétablissement de continuité au niveau du fragment réséqué.

La reconstruction osseuse a été complète dans le premier cas, c'est-à-dire là où il y a eu dépôt de matériel

calcaire, et nulle dans le deuxième cas, où à la résection n'a succédé aucun dépôt osseux. Il faut donc penser que, faute d'excitation suffisante, l'ostéogenèse n'a pas pu se produire. Mais — dira-t-on — la charpente calcaire déposée pourrait se comporter comme simple conducteur d'éléments ostéogènes. Cela est improbable, car l'épanchement de sang produit au foyer de résection, jouerait le rôle de conducteur beaucoup mieux que le greffon mort. L'expérience suivante, proposée par ORELL, précise encore plus le rôle d'excitation ostéogénétique joué par un greffon osseux. Il s'agit d'un essai d'implantation d'un fragment d'os dégraissé et désalbuminé, dans le derme : vers le troisième mois on observe une néoformation osseuse, très discrète il est vrai, et très lente, mais néanmoins existante. Ce pouvoir excitant de l'os semble donc être réel.

Si nous envisageons la question sous l'angle de la vitalité de l'os, il faudrait ajouter que la transplantation d'os vivant, effectuée dans les conditions que nous avons vues plus haut, est supérieure à celle d'os mort. Il s'agit donc non seulement d'un pouvoir ostéogénétique de la charpente osseuse, mais d'une action ostéo-excitatrice d'ordre humoral ; cette action ostéo-excitatrice s'exerce sur les tissus vivants qui l'entourent, et il est nécessaire que ces tissus soient capables de répondre à cette excitation par la néoformation osseuse. Les expériences d'OLLIER sont trop classiques pour être reproduites intégralement ; nous ne ferons que rappeler la tendance qu'ont les théories d'OLLIER à redevenir actuelles : les deux faits principaux établis par OLLIER prouvent que, d'une part, le périoste est le tissu de choix pour répondre à une excitation osseuse, et, d'autre part, que le périoste est nécessaire à l'ostéogenèse. Mais il

faut ajouter que non seulement les tissus conjonctifs du squelette, comme le périoste, le tissu endohaversien, etc., sont capables de répondre à l'excitation, mais que tout tissu conjonctif, même n'appartenant pas au squelette, peut remplir son rôle dans la régénération osseuse.

L'insuffisance de l'os mort dans certains cas a été établie par d'autres expériences de SOUSA PEREIRA, qui conclut que la transplantation d'os vivant fournit toujours une ostéo-excitation suffisante, tandis que dans certains cas la mise en place d'une charpente osseuse d'os mort peut donner une ostéogénèse insuffisante, suivie de résorption ; ces faits dépendent beaucoup du lit qui accueille le transplant osseux. ORELL implante dans le derme, comme nous avons déjà vu, un fragment d'os purum : la formation de matière osseuse n'est pas niable, mais elle est très lente, capricieuse, par suite du manque d'excitation ostéogène. Si l'on implante le même greffon dans un lit renfermant des éléments conjonctifs suffisants, ceux-ci provoquent une prolifération avec ostéogénèse pour ainsi dire immédiate. De cette expérience résulte donc que c'est surtout le tissu conjonctif du squelette qui possède le rôle ostéogénétique ; accessoirement le tissu conjonctif extra-squelettique peut remplir ce rôle, se bornant toutefois principalement à la formation de collagène. Ce fait explique que le tissu conjonctif extra-squelettique se développe dans les canaux de l'os implanté beaucoup plus lentement que ne le fait le tissu conjonctif squelettique. Nous avons vu d'autre part que l'os nouveau, devant remplacer l'os implanté, ne se formera qu'au fur et à mesure et ne se conservera que si l'ostéogénèse est plus rapide que la résorption ; le cas limite est la vitesse égale entre la résorption et l'ostéogénèse.

Pour revenir de nouveau à *l'implantation intradermique* d'un greffon osseux, ORELL a constaté que l'ostéogenèse était suivie dans un deuxième temps par la résorption progressive de l'os néoformé, s'effectuant parallèlement à la résorption de la charpente primitive implantée. Il faut donc conclure que le lit du greffon joue un rôle primordial dans la transplantation. Naturellement l'os vivant sera plus ou moins à l'abri de l'influence qu'exercent les tissus environnants, car nous avons vu que le développement du nouveau tissu conjonctif ne dépend pas seulement d'eux, mais aussi du tissu conjonctif maintenu vivant dans les canaux de Havers. Le grand avantage des greffons vivants et de l'os novum résulte donc des points de départ de bourgeonnements multiples, qui augmentent sensiblement l'ostéogenèse. L'apport en tissu conjonctif osseux néoformé donne à l'os novum le rôle physiologique joué par le greffon osseux vivant. Enfin une nutrition suffisante du lit d'implantation est nécessaire pour que celui-ci puisse répondre de la façon la plus favorable à l'excitation ostéogénétique du greffon.

Tout autrement se pose le problème pour l'os hétérogène mort. L'évolution de ce matériel osseux dépend étroitement de la vitalité du lit du greffon et de la nature du tissu conjonctif qui l'entoure : pour que les cellules ostéogènes puissent se greffer, il faut préparer le lit du greffon, de façon que le tissu conjonctif soit apte à fournir rapidement un bourgeonnement efficace et à provoquer ainsi un début d'ostéogenèse.

Tolérance des tissus voisins vis-à-vis du matériel osseux implanté

Nous avons vu les différentes réactions biologiques qui entraînent l'organisation, voire la résorption du transplant osseux. Il serait intéressant de connaître les réactions des tissus voisins et leur comportement vis-à-vis de ce transplant. Pour les greffes pédiculées, le problème est plus simple que pour les greffes libres. Si nous nous efforçons de rester dans les conditions d'asepsie rigoureuse, l'apport appréciable en élément ostéogénétique que représente le greffon pédiculé, le fait admettre aisément par les tissus du lit créé pour lui. Même dans le cas d'une infection légère, il se défendra, et il faut une infection déjà importante pour qu'il soit éliminé. Le greffon pédiculé lutte donc efficacement contre l'élément infectieux et peut se protéger contre lui grâce à sa vascularisation. Dans les greffes libres nous devons distinguer entre les matériaux osseux périostés (OLLIER, ALBEE) et les matériaux dépériostés, en particulier l'os purum. Leur emploi peut être cortical et axial.

Le greffon à la manière d'ALBEE, utilisé selon la méthode corticale, est soumis de la part de son nouvel

entourage à l'intense travail de résorption et de substitution que nous avons vu plus haut. Son remaniement et son incorporation au foyer de reconstruction osseuse fracturaire demande parfois des mois. Tout autrement se présente le matériel osseux utilisé selon la méthode axiale. La cheville axiale est résorbée complètement, ce que la radiographie nous prouve au bout d'un certain temps. Cette absorption se fait par des phénomènes classiques d'ostéoclasie : revascularisation des canaux de Havers, attaque de la paroi de ces canaux par des éléments ostéoclasiques, et finalement disparition des travées osseuses.

Nous voyons donc que, contrairement aux méthodes corticales, où le greffon est remanié, mais présente des phénomènes d'ostéogenèse, la méthode axiale d'ostéosynthèse donne un processus d'ostéoclasie qui se termine par la résorption complète, sans qu'il semble y avoir de phénomènes d'ostéogenèse au niveau du greffon. Cette différence importante dans l'évolution des deux sortes de synthèse résorbable nous indique que dans les pseudarthroses avec grande perte de substance, le procédé central n'est pas d'une sûreté absolue, puisque le transplant a tendance à être résorbé entièrement dans les parties engagées dans le canal médullaire. Dans ces cas, la technique corticale à la manière d'ALBEE est supérieure, car, abstraction faite de sa vitalité supérieure, elle permet au greffon son inclusion corticale suivie d'incorporation dans le cylindre osseux, au lieu d'être résorbé. Il faut ajouter que l'évolution des transplants osseux libres est troublée dans un milieu septique : l'action ostéogénétique est considérablement diminuée et le foyer récepteur est privé des éléments nécessaires à la réhabilitation du greffon. Dans la

méthode axiale, l'infection peut arrêter les phénomènes ostéoclasiques et même transformer la cheville en séquestre intra-médullaire. La septicité du foyer peut donc provoquer de véritables désastres dont le moindre est l'élimination du greffon.

Technique générale de l'ostéosynthèse osseuse résorbable

Nous allons énumérer d'abord les différents procédés d'utilisation du matériel osseux, et nous traiterons dans un autre chapitre les indications et particularités techniques relatives aux différentes localisations des fractures. Il faut diviser les méthodes d'ostéosynthèse — suivant la place qu'occupe par rapport à l'os le moyen de fixation adopté — en quatre catégories :

- méthode corticale ;**
- méthode sus-corticale ;**
- méthode axiale ;**
- méthode de fixation externe.**

Les trois premières méthodes peuvent être effectuées avec du matériel osseux ; mais la méthode sus-corticale est surtout employée dans la prothèse métallique, si bien que les méthodes principales qui s'offrent sont :

1° LA MÉTHODE CORTICALE, où les éléments de fixation, formés d'os autoplastique vivant ou hétéroplastique mort sont déposés dans la paroi d'os.

2° LA MÉTHODE AXIALE, où l'agent de fixation est placé dans le canal médullaire de l'os suivant son axe longitudinal. Cette prothèse osseuse intra-médullaire

peut être en os vivant, prélevé sur le malade même (méthode autoplastique) ou préparé à partir d'animal mort (méthode hétéroplastique). D'une façon générale, la méthode homoplastique n'est utilisée que rarement.

Méthodes corticales

Restant dans le cadre de notre classification mentionnée plus haut, nous traiterons les synthèses par greffe pédiculée et ensuite les méthodes par transplants libres.

GREFFES PÉDICULÉES, OU OSTÉOPLASTIE. —

Il s'agit de détacher un fragment osseux pédiculé et de l'utiliser pour réparer une solution de continuité osseuse, le plus souvent une pseudarthrose avec ou sans perte de substance. Nous avons vu déjà les réels avantages que présente le transplant pédiculé, grâce à son apport sanguin. Il importe donc de façonner le pédicule d'une façon bien définie, soit en le constituant par du périoste laissé en continuité avec le périoste voisin, soit encore — ce qui est plus favorable — par une insertion musculaire. De cette façon, il y aura une vascularisation certaine du transplant osseux pédiculé, qui, du reste, est vérifiée par le saignement du fragment après son isolement. Nous procédons à une incision suffisamment longue, afin de nous permettre de dénuder entièrement le foyer de fracture. Les muscles sont maintenus par des écarteurs, et nous examinons la pseudarthrose : si elle est constituée par un tissu fibreux, nous le sectionnons au bistouri ; le cas échéant, un coup de gouge nous permet facilement d'extérioriser les deux fragments à l'aide de crochets de Lambotte.

Pour CUNÉO, l'avivement des fragments, qui est le temps suivant, constitue la manœuvre essentielle de l'intervention. Il faut réséquer largement afin que les deux fragments, qui se trouvent juxtaposés, soient absolument sains. Pendant cette manœuvre de dégagement, on doit respecter à tout prix le périoste, qui entre dans la constitution du pédicule du greffon. Ensuite, il faut explorer le canal médullaire, qui doit rester ouvert. Ce temps primordial achevé, on se préoccupe du greffon et de sa taille. Si nous sommes en possession d'une scie d'Albee, la taille nous prendra très peu de temps. Prenons comme type le prélèvement du greffon à la partie moyenne d'une diaphyse. Nous devons le prélever sur le fragment inférieur, afin de le glisser de bas en haut, muni de son pédicule musculo-périosté. Si, au contraire, il s'agit d'un foyer de fracture haut situé, la disposition vasculaire exige plutôt un glissement du greffon de haut en bas. A l'aide de la scie électrique, nous taillons le greffon sur la face antérieure de la diaphyse ; à défaut de scie électrique, nous ferons une série de trous sur la face externe de l'os ; ces trous traversent l'os, et il est aisé de terminer par quelques coups de ciseau, qui réuniront les orifices et détacheront finalement le greffon (CUNÉO). Celui-ci peut mesurer dix centimètres environ.

Il s'agit maintenant de mobiliser ce greffon avec son pédicule musculo-périostique et de le fixer en bonne place. DUBOIS, qui a publié une série d'observations provenant du service du professeur CUNÉO, insiste sur le contact étroit que doit présenter le greffon avec son lit. Une fois glissé, le lambeau ostéo-musculaire se trouve à cheval sur les deux fragments osseux. Ce

pont osseux, si l'on peut s'exprimer ainsi, sera fixé par quelques fils circulaires de catgut chromé. Nous fermons la plaie après irrigation avec de l'éther et suturons par plans anatomiques. Un premier plan fixe le pédicule musculo-périostique à son entourage. Par dessus nous fermons en deux plans distincts : l'aponévrose et la peau. On immobilise alors le membre opéré dans un vaste appareil plâtré comportant une fenêtre suffisante pour pouvoir accéder à la plaie et la surveiller.

LA SYNTHÈSE PAR GREFFE LIBRE est caractérisée par l'absence du pédicule et une technique plus facile que la précédente. Toutefois ses indications sont bien définies comme nous le verrons plus tard.

Suivant le matériel que nous utilisons, on peut comprendre dans le procédé cortical plusieurs sortes de greffes libres :

- 1^o greffe ostéo-périostique mince de Delagénère-Ollier ;
- 2^o greffe massive d'Albee ;
- 3^o greffe d'os purum et d'os novum.

Les deux premières sont d'ordre *autoplastique*, la dernière est *hétéroplastique*.

Grefe ostéo-périostique de Delagénère. — Son utilisation comme moyen d'ostéosynthèse est intéressante surtout dans le traitement des pseudarthroses, sur des os de moyen calibre, avec une perte de substance peu importante et des possibilités d'immobilisation rigoureuse non gênée par la puissance des muscles adjacents. Elle peut être utilisée, comme nous le verrons plus loin, en manchon ostéo-périostique de sécurité dans l'ostéosynthèse axiale. Le premier temps opératoire com-

prend la mise à nu des fragments osseux et la préparation du lit du greffon. Après avoir dénudé l'os à la rugine, en ayant soin de commencer le décollement périostique en zone saine, on met à jour complètement les extrémités fragmentaires et on pratique leur avivement en réséquant le cal fibreux. Il faut ruginer et enlever les fragments fibreux jusqu'à ce que le lit de réception soit bien régulier et facilement abordable. Pendant le temps suivant, qui consiste à tailler le greffon, on bourre le foyer de fracture avec des compresses imbibées de sérum physiologique chaud.

Taille du greffon : On peut prélever le greffon de la façon la moins compliquée, au tiers supérieur du tibia. Après avoir préparé cette région pour l'intervention (rasage et désinfection), on pratique une incision cutanée au niveau de la face interne du tiers supérieur du tibia, dépassant de quelques centimètres la longueur présumée du greffon à prélever. Il faut disséquer le périoste de façon à lui enlever toute graisse superflue. Enfin le bistouri trace les limites du greffon en incisant le périoste jusqu'à l'os. Avec un ciseau bien marqué et tranchant, nous procédons à la taille du greffon en suivant son pourtour. Notre but est d'avoir une épaisseur de un à deux millimètres. Par de petits coups secs, nous finirons par détacher complètement le greffon, qui s'incurve, la concavité tournée vers la face périostique. Une fois le greffon détaché, nous le modelons par l'intermédiaire d'une compresse imbibée de sérum, de façon qu'au moment de sa mise en place il constitue un demi-cylindre à concavité formée par la face osseuse. Selon les circonstances, la greffe peut être double ou simple, c'est-à-dire qu'il existe un ou deux greffons. Lorsqu'on place un seul greffon, sa mise en place est

plus facile : on écarte le lit du greffon à l'aide de deux écarteurs et ce dernier vient coiffer en demi-gouttière les deux fragments osseux. Pour deux greffons, la mise en place est plus laborieuse, car le greffon postérieur peut provoquer une disjonction et un mouvement de bascule des fragments au moment de son introduction à la face profonde du foyer de fracture. La mise en place du second greffon s'effectue de la manière citée ci-dessus, puis on rabat sur le greffon les volets périostiques et on pratique une suture au catgut du plan musculo-aponévrotique sus-jacent. De cette façon le greffon est fixé ; on ferme la peau en laissant en place un drainage filiforme en crins. Immobilisation par appareil plâtré.

La greffe massive à la façon d'Albee se différencie de la précédente par le volume du greffon utilisé. L'utilisation de cette variété d'ostéosynthèse résorbable est indiquée dans les pseudarthroses avec pertes de substance plus prononcées, où le greffon massif autoplastique d'ALBEE donne le maximum de chances. Avec la méthode corticale, nous l'utiliserons comme tuteur externe massif encastré dans la corticale des deux fragments. Le premier temps consiste en une libération des deux fragments osseux et une résection de tout tissu fibreux dans le foyer de fracture. C'est en somme la même préparation que dans la technique précédente. Pour prélever le greffon, nous disposons de deux procédés : le premier le prélève au niveau même de la fracture. C'est évidemment très tentant car on peut utiliser la même incision opératoire. Cependant la qualité de la baguette ainsi prélevée est presque toujours inférieure par suite des phénomènes de fibrose et d'ostéoporose qui ont lieu au

niveau de la pseudarthrose. Ceci se traduit ultérieurement par de multiples fractures des greffons utilisés. Il vaut beaucoup mieux prélever le greffon sur un tibia sain pour obtenir ainsi un transplant plus vivace et plus solide.

La taille du greffon est effectuée sur la face interne du tibia sain. A l'aide d'une scie jumelée d'Albee, nous prélevons une baguette large de quinze millimètres environ, et d'une longueur permettant de dépasser largement de part et d'autre le foyer de fracture. Le greffon ainsi prélevé est mis de côté, enveloppé dans une compresse imbibée de sérum physiologique tiède. On prépare ensuite le lit du greffon en taillant une gouttière assez large et assez longue pour que le greffon puisse venir s'encaster dans les deux fragments osseux en passant comme un pont au-dessus de la pseudarthrose. On peut aussi utiliser le matériel osseux issu de la taille du lit du greffon pour l'appliquer au niveau de la pseudarthrose et combler ainsi partiellement la perte de substance. On fixe le greffon en rabattant le plan fibro-périostique et en le suturant par points séparés. Enfin, suture de la peau avec drainage filiforme.

Un procédé plus simple (DUJARIER) consiste à tailler sur l'un des deux fragments, à proximité de la pseudarthrose, un greffon massif, comprenant le périoste et toute l'épaisseur osseuse jusqu'au canal médullaire. On place ce greffon sur la perte de substance en le mettant en contact avec l'os et en le recouvrant avec le périoste préalablement décollé du fragment. Ce procédé est en somme sus-cortical, et néglige de creuser un lit dans la substance osseuse comme le préconise ALBEE.

L'utilisation du matériel hétéroplastique selon la méthode corticale. — Nous avons vu, d'une façon générale, la supériorité de la greffe autoplastique. Toutefois, si elle ne peut pas être utilisée, il vaut mieux avoir recours à l'*os purum* (ORELL). Du point de vue ostéogénétique, sa valeur est certainement inférieure à celle d'une greffe autoplastique. Nous avons mentionné dans la partie biologique les inconvénients de son utilisation dans les cas de grosses pertes de substance ou d'espaces inter-osseux étendus (greffe interépineuse), et nous discuterons dans un des chapitres suivants les différentes indications. Il semble que l'utilisation de l'*os purum* dans la méthode corticale ne présente que peu d'indications. Il est utilisé dans tous les cas où il s'agit de combler une cavité osseuse curettée ou créée par résection chirurgicale d'os malade, dans tous les cas où il faut suppléer à l'ablation d'une certaine quantité de substance osseuse. Ces cas se présentent surtout dans la tuberculose osseuse, l'ostéite kystique, les tumeurs à myéloplaxes limitées, et n'entrent pas dans le cadre de ce travail. Dans les rares indications corticales où l'on demande à l'*os purum* de solidariser les fragments d'un os fracturé, par un contact étroit, la technique d'ALBEE sera utilisée. Mais plus que jamais nous devons préparer le lit du greffon de telle façon que son habitation puisse se faire rapidement : le greffon d'*os purum* devra être fixé solidement aux fragments récepteurs.

Quant à l'utilisation de l'*os novum*, nous avons vu qu'il s'obtient par implantation sous-périostée d'*os purum* et est utilisé chaque fois que la présence d'*os purum* ne peut suffire à garantir le succès, à cause du manque d'éléments ostéogènes. Cet apport de tissu jeune chargé de nombreux foyers d'ostéogénèse active, sous

forme d'os novum, peut être utilisé dans le traitement des pseudarthroses ou dans l'ostéosynthèse des apophyses épineuses, lorsque l'emploi d'une greffe autoplastique ostéo-périostée ne sera pas possible. D'une façon générale, le foyer d'ostéosynthèse est préparé comme nous l'avons vu. Après l'excision du tissu fibreux et, éventuellement, des parties molles interposées, nous pratiquerons une implantation sous-périostée de façon à ce que l'espace interfragmentaire soit rempli par l'os novum. On peut, pour plus de sécurité, implanter encore sous le périoste une ou deux tiges d'os purum afin de recouvrir la pseudarthrose. La consistance molle de l'os novum et ses facultés ostéogénétiques élevées le rendent particulièrement intéressant dans le traitement des pseudarthroses. Immobilisation absolue pendant deux à trois mois ; des précautions aseptiques sont exigées plus que jamais.

Méthode axiale

On utilise dans cette méthode un greffon osseux d'origine variable déposé dans le canal médullaire, où il sert de tuteur et d'excitant à l'ostéogénèse. La résorption de ce tuteur central est intégrale, ce qui rend cette ostéosynthèse avantageuse. Nous passerons en revue d'abord les différentes façons de prélever le tuteur central ou la cheville. Nous verrons qu'elle peut être autoplastique, plus rarement homoplastique et enfin hétéroplastique. Nous avons déjà vu que le greffon hétéroplastique est utilisé exceptionnellement à l'état frais ; le plus souvent il est conservé, et c'est sous cette forme qu'il rend de grands services dans la méthode axiale.

Cheville autoplastique. — Nous pouvons prélever la cheville soit sur la crête du tibia, soit sur la face interne de l'os ; la crête se prête mieux à une taille de greffon et présente, du point de vue structural, une densité plus grande. Nous prélevons la cheville de préférence à la scie d'Albee, sans tenir compte des craintes formulées par divers auteurs de dévitaliser la cheville par la chaleur dégagée. Après incision de la peau et des parties aponévrotiques, nous réclinons à la rugine le plan périostique sur toute la longueur de l'incision. On dessine la longueur de la cheville par deux

encoches, en haut et en bas de la crête tibiale. En réclinant les muscles et en soutenant bien la jambe par deux appuis solides, nous découpons la cheville à la scie, traçant le trait sur la face interne du tibia. Ensuite, suture du plan périostique et de la peau par points séparés. Pansement compressif. Si l'on veut tailler le greffon au ciseau, la meilleure technique est celle de CUNÉO : au moyen d'une mèche américaine fine, on pratique, tous les centimètres environ, le long de la ligne de délimitation du greffon, des trous qui pénètrent jusqu'au canal médullaire ; le ciseau finit de détacher la cheville par quelques coups sur chacune des faces. Cette méthode évite des fissures latentes du tibia, qui se produisent souvent quand on l'attaque directement sans forage préalable, mais elle est sensiblement plus longue que la technique de la scie électrique. Le prélèvement du greffon sur la face interne du tibia a été décrit plus haut et ne présente pas de particularités : de préférence nous nous servons d'une scie jumelée.

Le calibrage de la cheville est un temps qui peut être délicat. La variation des différents diamètres des cavités médullaires ne permet d'évaluer que d'une façon approximative la grosseur de la cheville. Les **calibres standard** adoptés par CORNIOLEY sont les suivants :

humérus.	7	7 millimètres
cubitus, radius péroné	6	—
fémur.	15	—
tibia.	10	—
clavicule.	4	—

Mais, en pratique, on ne tombe que rarement sur le calibre exact, car un os ne présente pas le même

diamètre médullaire à tous les niveaux. Il nous reste la radiographie pour évaluer approximativement le diamètre, mais en fin de compte nous devons nous résigner à modifier soit le calibre de la cavité par taraudage, soit le diamètre du greffon. Suivant les différents procédés, ce dernier doit pénétrer difficilement ou facilement dans le canal médullaire. Il faut donc savoir avant le calibrage du greffon si l'on veut pratiquer un enchevillement par angulation ou un verrouillage, par exemple. La taille peut s'effectuer par de multiples méthodes : râpe, meule électrique, ciseau — en tenant le greffon par un fixe-goupille, son autre extrémité étant appuyée sur un support mou — ou encore pince gouge.

Si l'on emploie le péroné en segment total, il faut pratiquer un calibrage plus ou moins important. Le péroné est abordé par la face externe de la jambe, en pénétrant par la loge qui sépare les extenseurs des péroniers. Il faut ruginer amplement le péroné avant de le prélever à la scie de Gigli, soit à la pince coupante ou encore à la scie d'Albee.

Cheville homoplastique. — Peu de chose à dire sur la cheville homoplastique, qui n'a pas fait ses preuves, et n'est utilisée qu'exceptionnellement.

Cheville hétéroplastique. — Nous avons vu que la préparation de la cheville et son calibrage allongent sensiblement le temps de l'intervention. D'autre part, certains malades refusent l'intervention supplémentaire que nécessite le prélèvement du greffon. L'utilisation d'une cheville hétéroplastique taillée d'avance, et conservée selon les méthodes que nous avons traitées dans un des chapitre précédents, est donc d'un réel avantage.

Nous éliminerons d'emblée l'utilisation de matériel hétéroplastique frais qui ne répond pas, répétons-le, aux conditions d'asepsie exigées. Quant à la cheville hétéroplastique morte, nous pouvons trouver dans le commerce des chevilles d'os de bœuf stérilisées et conservées dans l'alcool, calibrées selon l'échelle standard, adoptée par CORNIOLEY et citée plus haut. Pour des raisons énumérées déjà, l'os récepteur doit être taraudé pour être adapté à la cheville.

Mais la résorption de ces chevilles est très lente malgré les tunnels qui les perforent. Du point de vue biologique nos préférences vont donc vers l'os purum qui dans la méthode axiale présente de multiples avantages.

Cheville d'os purum. — Le mode de préparation de l'os purum et ses avantages ont été traités déjà plus haut. Il est évident que dans une technique comme la méthode axiale, la résorption du greffon doit être sensiblement favorisée par l'emploi d'os purum, facilement habitable à cause de sa constitution poreuse et présentant cependant les mêmes qualités statiques que l'os de bœuf ordinaire.

Les Suédois le préparent à partir de l'os de bœuf et les greffons sont mis en vente sous de multiples formes.

En France la maison Leclerc fabrique des chevilles d'os purum et les met en vente soit sans cannelures, soit avec cannelures, soit encore avec tunnel central. Ces chevilles sont calibrées sensiblement d'après les données de CORNIOLEY et numérotées de 21-9. Avant l'opération, l'os purum est bouilli pendant quinze minutes dans une solution de sérum physiologique, procédé qui le stérilise et le rend malléable comme l'os frais. Il

peut être sculpté à la pince gouge, mais il vaut mieux tarauder le canal médullaire à l'aide d'une mèche américaine de calibre correspondant.

La méthode axiale comprend trois sortes de techniques :

- 1° l'enchevillement centro-central ;
- 2° le verrouillage ;
- 3° l'empénage.

Ces trois procédés, quel que soit le greffon employé, comportent chacun deux temps, c'est-à-dire : préparation de la cavité médullaire et ensuite l'enchevillement proprement dit.

La préparation de la cavité médullaire a pour principe de la débarrasser de toute obturation et formation fibreuse au niveau de la fracture ou pseudarthrose. Il faut aviver les deux fragments et procéder à la désobstruction à l'aide d'une curette jusqu'à ce que la moelle saigne franchement. Ensuite il faut se préoccuper du calibrage. Si nous avons prélevé une cheville autoplastique à la scie ou au ciseau, la meilleure façon est de calibrer cette cheville avec une pince gouge, après avoir mesuré approximativement le calibre de la cavité à encheviller. Si, au contraire, nous possédons un jeu de chevilles toutes préparées, il vaut mieux tarauder la cavité à l'aide d'une mèche américaine de même calibre que la cheville utilisée. Ce taraudage doit s'effectuer avec modération, en restant exactement dans l'axe de l'os.

L'introduction du greffon dans la cavité médullaire varie selon les différents procédés employés.

Enchevillement centro-central. — Nous procédons à un badigeonnage iodé du membre en question et opé-

rons sous rachi-anesthésie. La préparation et la réduction de la fracture précèdent l'acte opératoire. Après mise à nu du foyer de fracture, nous effectuons la préparation de la cavité médullaire citée ci-dessus, sans oublier de raviver les surfaces osseuses à la curette. Ensuite il sera procédé à l'enchevillement proprement dit. La méthode centro-centrale est de loin la plus rapide, mais parfois délicate à réaliser, car les difficultés au moment de l'angulation des fragments peuvent être considérables, surtout chez des sujets à musculature volumineuse, ou à parties molles rétractées par suite d'une intervention tardive. Un premier temps consiste à introduire la cheville dans le fragment supérieur et à l'enfoncer sur la moitié de sa longueur par de légers coups de maillet. Quant à l'extrémité libre de la cheville, elle doit être introduite dans le fragment correspondant, c'est-à-dire le fragment inférieur. Il faut, avant de commencer les différentes manœuvres, nous assurer que la cheville est bien fixée dans le fragment déjà enchevillé et au besoin placer une cheville accessoire transversale, qui traverse la cheville principale pour la fixer. Dans les cas faciles, il suffit, pour introduire la moitié libre de la cheville dans le fragment inférieur, de tirer sur l'extrémité du membre afin d'obtenir l'écartement maximum des fragments. La cheville est alors facilement introduite dans la lumière du fragment à encheviller, et le relâchement de la traction, aidé par quelques mouvements de rotation, achèvent la manœuvre. Si l'écart des deux fragments est difficile à obtenir, nous agissons par **angulation**.

On imprime au fragment armé de la cheville une angulation, afin d'augmenter l'écart interfragmentaire. La pointe de la cheville est ensuite rapprochée de la

lumière de la cavité médullaire de l'autre fragment et pénètre finalement dans ce fragment. La complexité de la manœuvre peut provoquer des incidents comme fissure de la diaphyse, fracture du tuteur central. Une angulation trop forte peut provoquer des lésions des parties molles.

Une variation du procédé centro-central est la **technique centro-latérale** qui vise à supprimer ces complications. Pour faciliter l'introduction de la cheville armée, on crée à la scie électrique un volet latéral sur le fragment à encheviller. La largeur de ce volet est égale à la largeur de la cheville. Au moment de l'introduction de la cheville armée dans le second fragment, le greffon passe par l'ouverture faite sur ce fragment, ce qui empêche l'angulation ou l'écartement excessifs. La cheville introduite, on remet en place le volet et on le fixe avec un catgut chromé.

Le procédé suivant, méthode dite **de verrouillage**, vise également à la suppression des difficultés techniques précitées. Il comprend les procédés de JUVARA et de HEY-GROVES.

Procédé de Juvara. — Après réduction de la fracture, la cheville est introduite entièrement dans l'un des fragments. On pratique ensuite sur le même fragment une étroite fente qui ouvre la cavité médullaire. Le chasse-verrou est introduit dans cette fenêtre étroite et des coups de marteau appliqués sur celui-ci engagent la cheville dans l'autre fragment.

Procédé de Hey-Groves. — Modifié par CORNIOLEY, ce procédé consiste à entraîner le verrou, introduit complètement dans l'un des fragments, par une traction

à l'aide d'un fil fixé en son milieu, et à le faire pénétrer dans l'autre moitié du fragment. L'inconvénient de cette méthode est que le fil peut se coincer aisément entre le greffon et la diaphyse : il faut donc utiliser de préférence des chevilles de calibre nettement inférieur, ce qui n'est pas très favorable à une bonne contention. Il est facile de comprendre que la résistance qu'oppose le greffon au cylindre enchevillé ne peut être que favorable aux conditions statiques de la contention. Le procédé par verrouillage, plus que le centro-central, nécessite donc souvent une fixation de la cheville par une ou deux chevilles transversales passant par la diaphyse et le greffon, ou encore au-dessus et au-dessous de celui-ci (HEY-GROVES). CORNIOLEY utilise le fil en catgut, tracteur du verrou, pour le fixer aux parties molles qui entourent le foyer de fracture.

L'empénage enfin utilise comme tuteur central, un fragment de la corticale diaphysaire fracturée, découpé à quelques centimètres du trait de fracture. Pour découper le pêne on utilise la scie d'Albee. Après avoir sectionné un greffon de 8-10 centimètres de longueur, on l'enfonce dans le canal médullaire à l'aide d'un chasse-clavette et on le fait avancer jusqu'au niveau du foyer de fracture par un chasse-verrou.

Après avoir pratiqué l'enchevillement, il faut refermer par plans séparés anatomiquement bien distincts : plans périostique, aponévrotique et peau. Si les circonstances l'exigent, petit drainage filiforme pendant quarante-huit heures. Immobilisation par appareil plâtré : suivant la diaphyse enchevillée et la technique employée, sa durée est variable. Sachons seulement que même dans un « cas centro-central » bien fixé le plâtre est

nécessaire et qu'il ne faut pas se fier aux conditions statiques suffisantes qui résultent de l'enchevillement. La meilleure méthode d'immobilisation est le plâtre bivalve qui — même si l'œdème existant disparaît — s'adapte toujours au membre et permet une surveillance attentive du foyer opératoire.

Indications générales de l'ostéosynthèse résorbable à matériel non métallique

Les indications de la synthèse organique résorbable posent un double problème : *anatomique et biologique*. Ces deux points de vue ne peuvent être envisagés séparément : pour un genre de fracture donné, on peut avoir en même temps des conditions anatomiques favorables, et des conditions biologiques qui contre-indiquent le traitement sanglant, ou inversement. Les *conditions anatomiques* influencent surtout le problème technique de la synthèse osseuse. La région la plus favorable pour cette intervention est incontestablement la diaphyse, mais nous verrons plus loin que l'épiphyse, dans certains cas, peut se prêter à une synthèse par matériel osseux, qui revêt alors presque le caractère d'une greffe. Un problème particulier est posé par la synthèse des vertèbres dans le mal de Pott. Nous pouvons dire d'une façon générale que sont nettement *contre-indiquées*, du point de vue anatomique, les fractures à très long biseau, qui exigent plutôt la méthode sus-corticale par matériel métallique, ou, à la rigueur, le cerclage avec un matériel métallique résorbable, comme il a été dit plus haut. Les fractures multi-fragmentaires, ainsi que les fractures ouvertes, ne posent pas une contre-indication

absolue, pourvu qu'elles soient rendues absolument aseptiques ; ce n'est qu'à ce moment qu'on peut intervenir s'il y a lieu.

La technique opératoire dépend également des *conditions biologiques* : nous n'avons pas seulement à choisir entre les procédés auto, homo, ou hétéroplastique, mais le choix de la forme nous pose aussi un problème technique : méthode corticale ou méthode axiale ? Nous avons vu que le problème biologique est de loin le plus important qui intervient dans le choix des différents procédés ; celui qui, à l'heure actuelle, donne les meilleurs résultats semble être l'autoplastique, qui sera utilisé sous ses multiples formes corticales ou axiales. Cette supériorité résulte du pouvoir ostéo-exciteur de ses transplants, qui se révèlent efficaces, même dans les cas où le lit du greffon présente une vitalité amoindrie.

Quant aux méthodes hétéroplastiques et homoplastiques, elles semblent être inférieures aux procédés autoplastiques ; la forme la plus favorable est la synthèse à l'os purum, que l'on utilisera chaque fois que la synthèse autoplastique sera impossible. Il présente, à défaut d'un apport en éléments vivants ostéogénétiques, un réel pouvoir ostéo-exciteur, et sa valeur ostéogénétique peut être augmentée sensiblement en l'employant combiné à l'os novum ; il est vrai que l'utilisation de l'os novum est relativement compliquée et n'entre pas dans le cadre des synthèses axiales.

Quelles sont les lésions qui tirent un réel bénéfice de la synthèse osseuse ?

Du point de vue mécanique, ce sont évidemment toutes **les fractures diaphysaires transversales**, irréductibles soit par très forte action musculaire, soit par interposition fragmentaire. Le cadre de ce travail ne se

prête pas à une étude des indications générales de l'ostéosynthèse, mais nous pouvons dire que toute fracture qui n'a pas été réduite après quelques essais de réduction manuelle ou instrumentale par voie externe, pose l'indication de l'ostéosynthèse. BOEHLER n'est pas de cet avis et dit notamment : « dans les fractures récentes, l'indication de l'ostéosynthèse est exceptionnelle ». Cependant certaines *fractures irréductibles* et surtout les *pseudarthroses secondaires*, pourvu qu'elles évoluent en milieu strictement aseptique, posent l'indication de l'intervention sanglante. En ce qui concerne les *fractures diaphysaires récentes*, le procédé de choix est l'enchevillement. Si pour une raison ou une autre il existe une raréfaction osseuse autour du foyer de fracture, nous pouvons ajouter un manchon ostéo-périosté. De cette façon nous créerons des conditions biologiques nettement plus favorables.

Pour les **pseudarthroses**, l'indication de la synthèse osseuse se pose, avec tous ses avantages, surtout dans les cas de pseudarthrose avec perte de substance. La façon d'opérer est conditionnée ici par l'étendue de la perte de substance, et le temps écoulé depuis la fracture. Avant d'intervenir, il faut se rendre compte si on n'est pas tout simplement en présence d'un retard de consolidation qui pourrait être traité par des agents stimulant l'ostéogenèse, et ne posant pas l'indication opératoire proprement dite : mise en place de copeaux ostéo-périostés, forage des extrémités osseuses, opothérapie, vitaminothérapie et récalcification. Dans les pseudarthroses vraies, avec peu de perte de substance, nous pouvons choisir entre la méthode corticale autoplastique ou la méthode axiale auto ou hétéroplastique (os purum). Quant aux pseudarthroses avec perte de

substance plus ou moins considérable, l'intervention de choix consiste à aviver les deux extrémités osseuses en ouvrant le canal médullaire, et à faire une synthèse avec un transplant massif du type Albee en utilisant la méthode corticale. L'enchevillement seul ne paraît pas une méthode sûre dans ces cas, et si pour une raison ou une autre nous voulons le pratiquer, il faut lui associer un manchonnage ostéo-périostique et fixer la cheville par des verrous transversaux, comme il a été dit plus haut. Pour les cals vicieux, l'absence de troubles ostéogénétiques n'empêche pas de poser l'indication opératoire : après ostéotomie, souvent cunéiforme, ou résection complète du cal, nous pratiquons un enchevillement qui a le grand avantage, surtout dans les fractures des deux os de l'avant-bras, de maintenir les fragments en bonne position jusqu'à consolidation.

Quelles sont les **CONTRE-INDICATIONS** des synthèses à matériel osseux ? Une condition essentielle de la réussite est que le sujet ne soit pas trop âgé. L'os adulte présente, comparé à l'os en période de croissance des jeunes, des différences de structure et d'évolution. Ce fait explique que la synthèse soit contre-indiquée chez les sujets âgés. Il faut aussi considérer le rôle que joue le tissu conjonctif ; chez des sujets âgés, il est scléreux et l'organisation conjonctive du cal se fait mal ; mais il ne faut pas généraliser car l'ostéosynthèse des fractures du col fémoral par greffon péronier peut réussir même chez des vieillards. L'état local du foyer de fracture est également important. Nous avons vu, lors de la discussion des contre-indications de la synthèse métallique résorbable, que la syphilis et la tuberculose ne semblent pas être des contre-indications for-

nelles. Mais toute autre a été notre conclusion pour les différentes affections entraînant une fragilité osseuse, comme la syringomyélie, l'ostéomalacie, l'ostéoporose sénile, etc. Il en est de même pour la synthèse osseuse résorbable : toute friabilité des fragments osseux, d'une part, ainsi que l'ostéite condensante (os de marbre) et l'ostéite végétante (os mou, cartonné) d'autre part, peuvent contre-indiquer une synthèse osseuse résorbable, tout au moins temporairement.

Un hématome volumineux avec infiltration du foyer de fracture demandé la temporisation. C'est également le cas pour tout foyer infecté : il est incontestable que l'infection diminue le pouvoir d'ossification. Si une infection légère peut être favorable à la formation du cal, par son pouvoir congestionnant et infiltrant, l'infection franche dans un foyer de fracture peut avoir des conséquences néfastes et contre-indique formellement l'ostéosynthèse.

Les antiseptiques utilisés dans la désinfection au cours de l'intervention semblent même jouer un certain rôle. J. BOEREMA a utilisé pour la désinfection de fractures ouvertes animales, réalisées expérimentalement, de la teinture d'iode à 5 pour 100 et de l'acide phénique : la formation du cal a été extrêmement retardée et les examens histologiques montraient une nécrose du périoste et de la moelle osseuse. Il en résulte que l'emploi de certains antiseptiques forts en chirurgie osseuse serait contre-indiqué.

Indications opératoires et leurs particularités techniques

La discussion des indications se bornera uniquement à examiner les avantages et les inconvénients de telle ou telle intervention effectuée sur les différents foyers de fracture, sans reprendre la technique particulière de l'ostéosynthèse.

MEMBRE SUPÉRIEUR. — Contrairement à la synthèse métallique résorbable, la synthèse par matériel osseux est indiquée fréquemment dans les fractures diaphysaires du membre supérieur, et surtout en cas d'interposition musculaire et de pseudarthrose.

Dans les **fractures diaphysaires de l'humérus** récentes, la méthode axiale pourra être appliquée, car la grande élasticité des muscles et le pouvoir d'angulation et d'allongement du segment inférieur rendent l'intervention relativement aisée. Si, au contraire, nous sommes en présence d'une fracture mal consolidée, nous aurons à choisir entre un manchon ostéopériostique associé à l'enchevillement, et la méthode corticale, c'est-à-dire la mise en place d'un tuteur, autoplastique de préférence, dans les pseudarthrose avec perte de substance. Lorsque les circonstances le permettront, nous donnerons la

préférence à la méthode axiale, car la présence du nerf radial rend souhaitable l'absence de tout tuteur externe.

La voie d'abord sera la voie externe, et la mise à jour des deux fragments diaphysaires ne rencontrera que peu de difficultés. L'immobilisation pose un problème important ; en effet, les fractures traitées par la méthode corticale demandent une immobilisation rigoureuse, qui sera obtenue de préférence par un appareil thoraco-brachial sur ouate. Pour les malades traités par enchevillement, on pourra se contenter d'un appareil de POULIQUEN, à faible extension continue. A défaut, on pourra confectionner à l'aide de cinq attelles métalliques un support thoraco-brachial, selon le modèle de BOEHLER.

Quant aux **fractures épiphysaires de l'humérus**, une seule catégorie nous paraît susceptible de tirer profit de la synthèse organique ; ce sont les **fractures sus-condyliennes**, qui existent surtout chez l'enfant ; on peut classer sous ce nom trois variétés :

- 1^o les fractures *sus-condyliennes transverses*, détachant toute l'épiphyse inférieure ;
- 2^o les fractures du *condyle externe* ;
- 3^o les fractures détachant l'*épitrochlée*.

Les deux dernières variétés peuvent bénéficier parfois, comme nous l'avons vu dans la première partie de ce travail, de la synthèse métallique résorbable, mais les sus-condyliennes transverses exigent souvent, étant donnée l'instabilité des fragments après réduction, une fixation par ostéosynthèse. Nous comprenons que les inconvénients de la synthèse métallique, appliquée à

cette sorte de fracture, sont nombreux, surtout chez l'enfant.

La méthode de choix est donc la synthèse par matériel osseux, utilisée selon le procédé axial (LEVEUF), et la technique habituelle ne subit guère de variations. Nous ajouterons comme facteur de sécurité une gouttière plâtrée dans la position de flexion du coude à angle aigu. Chez les enfants, cette gouttière est laissée en place pendant une vingtaine de jours, mais dès les huit derniers jours il faudra retirer la gouttière quelques minutes chaque jour, pour mobiliser doucement, et cette mobilisation sera poursuivie après le vingtième jour, lorsque la gouttière aura été supprimée.

Fractures diaphysaires de l'avant-bras. — Quels que soient leurs déplacement et chevauchement, il faut toujours essayer d'abord un traitement orthopédique, avec contrôle sous écran radioscopique. Mais toute insuffisance de réduction peut prendre une gravité exceptionnelle dans les fractures de l'avant-bras. Elles doivent donc bénéficier, même chez l'enfant, du traitement sanglant. Si parfois ce traitement peut se borner à une réduction sanglante sans ostéosynthèse terminale et à l'application d'un appareil plâtré, le plus souvent nous aurons à choisir un moyen de fixation capable de maintenir cette réduction. L'expérience a montré que la mise en place de matériel métallique conduit souvent, surtout dans les fractures radio-cubitales diaphysaires, à une raréfaction osseuse, suivie de retard de consolidation et même de pseudarthrose. Rien d'étonnant que le traitement des fractures de l'avant-bras ait soulevé tant de discussions, un grand nombre de mauvais résultats ayant été obtenus au niveau de ce segment

osseux. Les statistiques de BADELON et d'AUVREY, de BOEHLER, de CORNIOLEY montrent le taux élevé des pseudarthroses ou des résultats défectueux (mauvaise prosupination, cal vicieux), résultant de l'emploi de prothèse métallique appliquée aux deux os de l'avant-bras. L'emploi de matériel organique semble donc être particulièrement indiqué. Comment l'employer ? Le fait que la cheville utilisée selon la méthode axiale se résorbe spontanément, donne un avantage sérieux à cette méthode dans les fractures récentes. Tout au contraire, la mise en place d'un tuteur cortical prendra toute sa valeur dans les pseudarthroses avec ou sans perte de substance.

Les indications opératoires pour les **pseudarthroses de l'avant-bras** sont sensiblement les mêmes pour les différentes formes anatomiques (cubitale, radiale, radio-cubitale). Le procédé de choix pour *les tiers inférieur et supérieur des radius et cubitus* est la méthode ostéopériostique simple ou double (voir technique générale) suivie de contention par appareil plâtré bivalve. Quant aux *pseudarthroses au tiers moyen*, radiale, cubitale ou radio-cubitale, nous pourrons leur appliquer la méthode axiale à laquelle on ajoutera comme élément de sécurité un manchon ostéopériostique. Si la perte de substance ne permet pas l'enchevillement, il vaut mieux procéder à la mise en place d'un tuteur solide autoplastique à la façon d'ALBEE.

En ce qui concerne les **fractures diaphysaires récentes de l'avant-bras**, rebelles à tout traitement orthopédique, avec ou sans interposition musculaire, l'enchevillement central sera appliqué au plus grand nombre d'entre elles. Les difficultés opératoires sont pour ainsi dire

inexistantes en ce qui concerne l'enchevillement du radius, qui est bien perméable dans toute la longueur de sa diaphyse. Tout autrement se présente le cubitus : possédant un canal médullaire plus fin et très irrégulier de diamètre, il a une corticale très mince et peut se fissurer facilement lors de la mise en place du greffon intra-médullaire, laquelle peut devenir assez délicate. Nous avons vu déjà les avantages très appréciables du matériel autoplastique prélevé de préférence sur la crête tibiale du malade. Il se peut que la lumière médullaire du cubitus soit tellement petite, que nous ayons de sérieuses difficultés pour tailler une cheville du diamètre convenable. Il vaut beaucoup mieux utiliser d'emblée une cheville d'os purum calibrée d'avance, ce qui nous permettra de limiter sensiblement la durée de l'intervention. Si vraiment nous avons des doutes quant à son activité ostéogénétique ultérieure, elle pourra être munie d'un manchon ostéopériostique ou d'un fragment d'os novum. En présence d'une fracture des deux os de l'avant-bras, l'expérience a démontré que l'ostéosynthèse de l'un des deux, le plus souvent du radius, suffit pour maintenir la réduction de l'autre. Le procédé opératoire le plus favorable pour la réduction des deux os est l'enchevillement des deux, ou d'un seul, à condition que l'autre se maintienne en réduction parfaite. Nous commencerons par l'enchevillement du cubitus, par des mouvements de traction et d'angulation, et nous terminerons par l'enchevillement du radius. Pendant ces manœuvres, le déplacement ou même la rupture de la cheville d'un des deux os peut se produire lorsque nous enchevillons l'autre. Il vaut donc mieux encheviller simultanément les deux segments osseux. Les fragments cubitiaux et radiaux sont dégagés,

et après préparation et taraudage de la cavité médullaire, les fragments inférieurs sont armés de deux chevilles. Par traction et angulation combinées à une contre-extension du coude, les deux enchevillements sont réalisés en même temps. On peut aussi aborder les deux os par une double incision, située sur le plan dorsal en dehors de l'incision cubitale classique (MÉTIVET, CADENAT), et en dedans de la radiale, de façon à avoir les plaies sous le même pansement dorsal, ce qui est assez important lors de la mise en place de l'appareil plâtré bivalve. Le résultat opératoire doit être vérifié par une radiographie, et nous corrigerons sous écran un déplacement éventuel. L'appareil plâtré appliqué doit prendre de préférence le coude et l'avant-bras, et la durée de l'immobilisation ne sera pas inférieure à six semaines, afin de mettre le malade à l'abri de toute incurvation secondaire de l'avant-bras. Même s'il n'existe pas d'insuffisance endocrinienne, un traitement opothérapique thyroïdien combiné à la prescription de vitamines A et C sera favorable à l'évolution de la consolidation de l'avant-bras plus que dans toute autre fracture.

Les fractures du poignet et des métacarpiens. — Il est rare qu'un traumatisme du poignet exige une fixation des fragments par la méthode sanglante. La méthode orthopédique pratiquée selon les principes de BOEHLER aura toujours raison d'une fracture du poignet.

Dans les **traumatismes métacarpiens**, nous avons vu dans la première partie les indications de l'ostéosynthèse métallique résorbable. Il y a peu à ajouter au sujet de l'ostéosynthèse organique. Les indications sont rares et ce n'est guère que dans les fractures du corps métacar-

pien avec interposition tendineuse, que nous aurons à intervenir, en tenant compte que ces fractures — mécon-
nues — peuvent aboutir à des incapacités permanentes
de 15-20 pour 100. Correctement appareillées, elles
permettent une récupération fonctionnelle intégrale. Un
enchevillement avec une cheville d'os purum préparée
d'avance donne de bons résultats, mais la technique est
minutieuse du fait que la cheville utilisée n'est pas plus
grosse qu'une allumette. Il est facile de comprendre
qu'un greffon hétéroplastique préparé d'avance con-
vient mieux à cette intervention qu'une cheville auto-
plastique qui — au surplus — doit être prélevée et
taillée durant l'intervention.

MEMBRE INFÉRIEUR. — Les fractures du membre
inférieur posent l'indication de l'ostéosynthèse orga-
nique dans les cas suivants :

- fractures du col du fémur ;
- fractures de la diaphyse fémorale ;
- fractures de la diaphyse tibiale ;
- tassement du plateau tibial ;
- fractures du calcanéum.

Le professeur DELBET et BASSET ont exposé admira-
blement leur méthode de contention sanglante du **col
du fémur** par matériel résorbable, et nous ne voulons
pas revenir sur ces exposés.

Il est aisé de constater qu'actuellement les chirur-
giens paraissent être divisés en deux catégories : d'une
part ceux qui apprécient les méthodes non sanglantes
et prétendent qu'elles sont toujours applicables avec
succès ; d'autre part, ceux qui ayant essayé ces métho-
des, estiment qu'elles donnent souvent des échecs. Quand
on considère les cas survenus chez des adolescents et

les sujets d'âge moyen qui créent parfois une impotence fonctionnelle appréciable, on peut comprendre l'intérêt qu'il y a à obtenir une restitution — disons intégrale — et à raccourcir la durée d'impotence. En cas de pseudarthrose, accompagnée presque toujours de résorption progressive du col et de la tête, l'intervention sanglante s'avère comme indiquée, même nécessaire ; toute mauvaise réduction rend obligatoire une reposition sanglante pour éviter les mauvaises conditions locales et anatomiques qui s'installent ultérieurement. Quel matériel utiliser pour la contention ? Le greffon autoplastique, étant donnée l'action favorable qu'il exerce sur l'ostéogenèse au niveau du col du fémur, paraît être le meilleur matériel d'ostéosynthèse. Il est très supérieur aux différents clous métalliques, qui provoquent souvent des décalcifications intenses. Quant à l'os hétérogène, il est supérieur au matériel métallique ; mais il faut être placé devant l'impossibilité absolue de se procurer un transplant autoplastique pour se résoudre à l'emploi d'os hétérogène au niveau du col du fémur, car les avantages du matériel autoplastique sont incontestables. D'une façon générale, l'indication opératoire est guidée par l'âge du malade. Il est facile de comprendre que le pronostic sera beaucoup plus sévère chez un vieillard que chez un adulte, sans parler du pouvoir ostéogénétique très affaibli du premier. En ce qui concerne le caractère anatomique de la fracture du col, on peut dire que plus le trait de fracture est rapproché de la tête, plus la fracture est exposée à ne pas se consolider (FROMME, LANGS). Ce fait est confirmé par la statistique de SANTY qui a traité par intervention précoce des fractures récentes transcervicales avec

84 pour 100 de guérisons, alors que trois fractures sous-capitales traitées de même, aboutissent à trois échecs.

En somme, l'état fonctionnel du malade, les caractères anatomiques de la fracture (niveau du trait de fracture, interposition capsulaire ou autre, état de la tête) ou un échec de la méthode orthopédique guident le chirurgien dans son indication opératoire.

La mise en place du greffon et la technique opératoire du professeur DELBET ont été décrites maintes fois. Nous voudrions exposer brièvement un *procédé technique* employé dans le service de notre maître, le professeur LARDENNOIS :

On opère sans appareillage de précision préconisé par le professeur DELBET. Le malade est couché sur une table orthopédique, type Ducroquet, le membre malade en forte abduction. Sous écran et à la palpation on délimite exactement sur la peau, badigeonnée d'hydroquinone, le contour de l'extrémité supérieure du fémur, à l'aide d'un crayon de nitrate d'argent. Le trait effectué apparaît en noir et ne s'efface pas sous l'action de la teinture d'iode, appliquée au moment de la désinfection du champ opératoire. Après une incision externe, on décolle les muscles et on dénude la capsule. En se guidant par la palpation à travers la capsule non ouverte, et à l'aide de l'écran radioscopique, on perce un tunnel qui réunit le trochanter à la tête fémorale, en passant par le col, à l'aide d'une mèche américaine de 12 millimètres, laissée ensuite en place. Un greffon est prélevé alors dans le même champ opératoire au-dessous du grand trochanter, à l'aide d'une scie jumelée d'Albee. Le greffon comprend le périoste et la couche corticale, et si possible du tissu spongieux juxta-médullaire. Ce greffon est retaillé à la pince-gouge

de façon qu'il puisse passer facilement, quand il est engagé dans le tunnel préparé. Notons encore qu'il ne doit pas dépasser la face externe du fémur. Fermeture par plans anatomiques avec drainage filiforme, enlevé au bout de 48 heures. Immobilisation par un appareil plâtré bivalve, montant jusqu'au rebord costal (type WHITMAN). On laisse en place pendant deux mois et on commence ensuite une mobilisation progressive, tout en conservant encore un appareil ambulateur. Suppression de tout appareil au bout de 4-5 mois selon l'âge; autorisation de marcher normalement.

Les fractures de la diaphyse fémorale posent le problème de la technique à employer, suivant qu'il s'agit d'une pseudarthrose ou d'une fracture récente.

Les pseudarthroses du fémur tireront tout profit de la méthode corticale, pédiculée de préférence, qui peut donner dans les pertes de substance abondantes un résultat favorable. Nous avons vu dans notre exposé technique général comment on procède; ajoutons simplement que chaque fois que la méthode corticale par greffe libre — ostéo-périostique type Delagénère ou Albee, procédés moins compliqués évidemment — ne peuvent à elles seules assurer la consolidation d'une pseudarthrose à grand écartement du fémur, nous aurons intérêt à procéder à la mise en place d'un *tuteur externe pédiculé*, qui donnera de sérieuses garanties de consolidation complète.

Si nous nous trouvons en présence d'une fracture récente de la diaphyse fémorale, le procédé orthopédique de choix est *l'extension continue* par broche de Kirschner. Mais souvent une interposition musculaire rendra impossible la coaption des fragments, et une

ostéodèse s'imposera. Malgré certaines réserves faites à propos de l'enchevillement des fractures diaphysaires fémorales, on peut dire que la méthode axiale garde ses indications également dans ce genre de fractures. Mais la technique présente quelques particularités. La présence d'une rétraction musculaire parfois puissante, ainsi que la grandeur importante des fragments, rendent nécessaires l'emploi d'une table orthopédique. La cheville utilisée doit être forte et longue (15 millimètres de diamètre, 10-12 centimètres de longueur), et peut être taillée d'avance, si nous utilisons de l'os purum. Etant données les conditions statiques — qui exigent une cheville massive et résistante — un greffon autoplastique, le péroné, paraît plus indiqué qu'un os hétérogène. La résistance du péroné du point de vue statique (solidité) et biologique (résorption très lente), le rend particulièrement apte à l'enchevillement du fémur. Si le sujet refuse une intervention supplémentaire pour prélever le péroné, nous pouvons nous borner à tailler la cheville sur l'une des extrémités du fémur réduit (BÉRARD). Lors de l'enchevillement par traction-angulation, la table orthopédique nous sera d'un réel secours, car la résistance des muscles peut être considérable. On a intérêt à armer en premier le fragment inférieur et à s'assurer, une fois l'opération réalisée, de la qualité de la contention. Il faut toujours drainer, car l'importance des masses musculaires traversées, ainsi que le nombre des vaisseaux, favorisent l'apparition d'un hématome profond. Le drainage filiforme paraît le plus indiqué (CAMÉRA, BÉRARD). L'enchevillement terminé, nous immobiliserons dans un appareil plâtré combiné à une traction par broche de Kirschner (RIEUNAU), pour empêcher toute angulation

secondaire. D'une façon générale, l'enchevillement du fémur présente certaines difficultés, — comme d'ailleurs toute ostéosynthèse du fémur —, constituées surtout par l'angulation parfois laborieuse, et par la mise en place d'une cheville épaisse et longue. Souvent cette cheville devra être fixée par deux chevilles transversales ou par un procédé mixte, enchevillement et cerclage (PATEL).

Pour les **fractures du plateau tibial**, l'ostéosynthèse osseuse résorbable est indiquée surtout dans les *tassements tubérositaires*. Quant aux autres fractures articulaires ou para-articulaires du tibia, elles bénéficieront soit d'un traitement orthopédique, soit d'une intervention sanglante, vissage ou agrafage (voir plus haut).

Le but thérapeutique recherché dans les **lassements tubérositaires**, rares du reste, est le relèvement au niveau normal de la surface articulaire du tibia. Ce genre de fracture est irréductible par l'orthopédie, du fait du manque de moyens dont on dispose pour relever la surface articulaire. Cet enfoncement peut être central, ou intéresser le bord du plateau, mais il justifie dans les deux cas du même traitement. Très rarement tout le bloc tubérositaire peut être abaissé. Le degré de dénivellation du plateau tibial et les mouvements de latéralité qui en résultent, exigent une réparation immédiate, faute de quoi apparaîtront des troubles graves dans la statique et dans les fonctions du genou (*arthritidis deformans* de BOEHLER). Les petites dénivellations guérissent parfois par compensation des ligaments, cartilages et muscles (HULTEN), mais des lésions plus importantes exigent l'intervention.

Le principe de l'intervention est facile à comprendre : *relever et remettre en place* un fragment osseux enfoncé.

Cependant la fixation de ce fragment relevé pose un certain problème à cause de la perte de substance qui se trouve au-dessous de lui. Si on veut empêcher son affaissement, il faut soutenir le plateau reconstitué en comblant la cavité sous-jacente avec du matériel osseux ou ostéo-périostique. Une incision latérale interne ou externe met à jour la tubérosité, dans laquelle on pénètre avec une gouge ; d'un mouvement de levier on relève la partie effondrée du plateau et on comble la cavité qui en résulte par des fragments autoplastiques (ostéo-périostiques ou osseux). Pour éloigner au maximum le condyle fémoral des mouvements forcés d'adduction (tubérosité externe) ou abduction (tubérosité interne) seront effectués.

Faut-il pratiquer *l'ouverture de l'articulation* ? Les auteurs se contredisent à ce sujet : LERICHE, JUNG estiment que non ; ROUX-BERGER, CUBBINS l'estiment nécessaire. Il semble que les lésions méniscales possibles et l'évacuation de petits fragments osseux libres, qui peuvent devenir ultérieurement des corps étrangers intra-articulaires, posent l'indication de l'arthrotomie. Celle-ci pourra être économique. En effet, l'incision de la capsule du côté lésé suffira presque toujours. Parfois le tassement tubérositaire sera associé à une fracture linéaire. Le relèvement du plateau devra être complété alors par un vissage complémentaire, qui pourra être effectué avec du matériel métallique résorbable.

Immobilisation rigoureuse pendant au moins six semaines, puis commencement de la mobilisation passive, mais la marche ne sera autorisée que deux mois plus tard, pour empêcher la possibilité d'un affaissement secondaire sous le poids du corps.

Quant aux **fractures diaphysaires du tibia**, une multitude de techniques orthopédiques ou sanglantes ont

été proposées, qui démontrent bien que le traitement des fractures de jambe peut présenter des grandes difficultés lors de leur réduction.

L'opération de choix reste ici l'enchevillement central, aussi bien dans les fractures récentes — justiciables d'un traitement sanglant à cause de leur irréductibilité — que pour les pseudarthroses sans perte de substance. La cheville sera prélevée sur l'autre tibia, mais, si la radiographie préliminaire montre un foyer de fracture normal, le tuteur central pourra être pris sur l'un des deux segments de l'os fracturé. L'avantage consiste en une incision unique. La technique ne présentera guère de difficultés, si la traction et l'angulation peuvent être effectuées aisément. Seule la taille du greffon pourra se révéler délicate. Une simplification sensible de la technique résultera de l'emploi d'une cheville d'os purum calibrée d'avance. Il faudra bien tarauder quelquefois le canal médullaire, mais l'intervention sera simplifiée sensiblement. Pour suprême précaution, nous pourrions ajouter un manchon ostéopériostique à la Delagénière, qui entourera le foyer enchevillé.

Si nous devons intervenir sur une **ancienne fracture** avec rétraction intense du triceps sural, le procédé de traction-angulation sera avantageusement remplacé par le verrouillage, à l'aide d'un greffon tibial ou péronier, selon la technique décrite plus haut. Avant de pratiquer ce verrouillage, nous pourrions diminuer l'écartement des fragments par une traction continue à l'aide d'une broche de Kirschner, exercée sur le calcanéum.

Les pseudarthroses avec perte de substance bénéficieront utilement des méthodes corticales ostéo-périos-

tiques (DELAGÉNIÈRE) ou mieux encore à la manière d'ALBEE. Nous pouvons dire avec ALBEE qu'il y a avantage à faire jouer au greffon non seulement un rôle ostéogénétique, mais également un rôle statique de soutien. Dans cet ordre d'idées nous pouvons procéder à une synthèse genre HAHN-HUNTINGTON, qui utilise comme tuteur un *segment pédiculé du péroné*, mais qui est d'une technique très délicate. Une modification simple (STRECKER) consiste à accoler simplement le segment mobilisé du péroné au tibia, après les avoir avivés, et à maintenir cette fusion par un cerclage en catgut chromé. Les deux surfaces accolées doivent être dépouillées de leur périoste et ruginées de façon à ouvrir les canaux de Havers. L'immobilisation sera immédiate et pratiquée dans une gouttière de Maisonneuve. Assez rapidement, elle sera remplacée par une gouttière plus courte, laissant libre le genou, et finalement par un appareil de Delbet.

Les indications opératoires des **fractures du calcanéum** ont été traitées déjà dans la première partie, à l'exception toutefois des fractures sous-thalamiques. Ici l'ostéosynthèse, même par matériel métallique résorbable, se heurtera à la friabilité du thalamus, qui est en outre peu accessible, ce qui rendra difficile la mise en place du matériel. WILMOTH préconise donc une réduction à ciel ouvert, complétée par la pose de greffon ostéo-périostique, à la place laissée béante par les travées osseuses détruites. Les copeaux ostéo-périostiques pourront être prélevés, soit au niveau du foyer opératoire (WILMOTH), soit encore sur la face interne du tibia. Il nous a paru intéressant de mentionner ce procédé, bien qu'il ne fasse pas partie de la catégorie des ostéosynthèses résorbables proprement dites,

Les fractures de la clavicule peuvent fournir des indications à la reposition sanglante. Souvent, en effet, les méthodes orthopédiques ne donnent que de médiocres résultats, et la pose de matériel classique d'ostéosynthèse est ingrate, outre qu'elle a à son actif de nombreux cas d'intolérance. La mise en place d'une cheville autogène ou hétérogène (*os purum*), beaucoup mieux tolérée, est suivie d'une restitution anatomique *ad integrum*, sans saillie externe. La technique de la pose de cette cheville centrale sera facile et ne nécessitera aucune instrumentation spéciale. Après l'intervention on peut pratiquer la mise en abduction du bras à l'aide d'un appareil de Pouliquen, afin de compenser l'action musculaire agissant sur les fragments claviculaires.

L'ostéosynthèse des apophyses vertébrales, à l'occasion d'un mal de Pott, est devenue classique et il n'y a rien à ajouter aux différentes publications parues depuis les travaux d'ALBEE. Rappelons simplement les indications opératoires de l'opération d'ALBEE. Sont justiciables d'une ostéosynthèse résorbable, tous les cas où existe une destruction marquée des corps vertébraux, si la soudure entre ces corps ne s'effectue pas. Chez l'enfant, où cette soudure est de règle, l'ostéosynthèse sera donc inutile. Chez l'adulte, au contraire, elle sera appliquée systématiquement, à moins de contre-indications formelles (autres lésions bacillaires modifiant gravement l'état général ; très grosse gibbosité). On attendra de préférence la disparition de tout foyer purulent, car l'intervention précoce ne raccourcirait nullement le cycle évolutif des lésions (BROCQ). Traité ainsi, le mal de Pott, grâce à l'opération d'ALBEE, verra abrégé sensiblement la durée du décubitus dorsal et le port du corset.

Critique des différents procédés d'ostéosynthèse résorbable

Il faut, pour apprécier les résultats opératoires de l'ostéosynthèse résorbable, aussi bien organique que métallique, penser qu'il s'agit presque toujours de fractures qui se sont montrées irréductibles par les traitements non sanglants, donc de fractures graves. On doit, tout en ayant en vue un résultat fonctionnel satisfaisant, rechercher également un résultat anatomique — beaucoup plus difficile à obtenir — et tenir compte finalement d'un fait presque aussi important : la tolérance du matériel. Ce dernier facteur joue aussi bien dans la synthèse métallique que dans la synthèse organique.

On comprend que les divers inconvénients de l'ostéosynthèse classique se retrouvent plus ou moins atténués dans la synthèse métallique résorbable. Il y a d'abord le choix du métal. Toute association d'un autre métal aux alliages résorbables risquerait de provoquer des phénomènes d'intolérance comme nous avons vu plus haut. On se trouve parfois dans des conditions qui rendent impossible l'emploi de vis de magnésium avec une petite plaque de ce même métal ; il vaut donc mieux se résigner à l'emploi d'une autre méthode sous

peine de voir apparaître des accidents. D'ailleurs, l'emploi de plaques de magnésium provoque obligatoirement l'apparition d'un autre phénomène qui doit être surveillé étroitement : c'est le dégagement de gaz lors de la résorption de l'alliage. On peut y remédier par des ponctions de la poche de gaz, mais le mieux est de limiter l'emploi du magnésium et de ses alliages à de petites quantités, ce qui évitera la formation de poches volumineuses : la méthode paraît alors nettement insuffisante dans les fractures qui, par leur gravité anatomique, exigent la mise en place d'un volumineux fixateur métallique ; mais partout où la présence d'une agrafe ou vis métallique peut assurer une réduction parfaite, on peut utiliser avec succès les alliages résorbables, qui, déposés en petites quantités, se résorbent complètement sans dégagement gazeux important.

Le caractère anti-physiologique de la synthèse métallique, atténué sensiblement par la mise en place d'alliages résorbables, persiste néanmoins et peut se traduire par l'apparition de phénomènes infectieux. La méthode métallique résorbable doit en conséquence bénéficier d'une asepsie rigoureuse, à mettre en œuvre par tous les moyens à la disposition du chirurgien. D'autre part, une technique impeccable, une instrumentation très complète faciliteront sensiblement la tâche. Nous voyons donc qu'abstraction faite des fractures épiphysaires peu importantes, la synthèse métallique résorbable ne semble pas présenter un champ d'action très vaste. C'est un procédé qui peut rendre de grands services lorsqu'il s'agit de placer boulons ou agrafes dans des fractures d'un abord délicat, procédé qui évite la réintervention secondaire préconisée dans la synthèse classique et ayant pour but de débarrasser ultérieurement le foyer

de fracture du corps étranger déposé. Néanmoins, on aura soin de contrôler radiologiquement la résorption du magnésium, afin de se rendre compte de l'ampleur du dégagement gazeux et de la rapidité de résorption.

Tout autrement se pose le problème pour l'ostéosynthèse par matériel osseux. Nous ne sommes plus en présence d'un matériel plus ou moins anti-physiologique, qui, par ses réactions de voisinage, nous rappelle toujours qu'il est un corps étranger métallique, même quand il est résorbable, mais nous employons la gamme des différentes préparations osseuses mortes ou vivantes, autoplastiques ou hétéroplastiques, dont les différentes indications sont étroitement liées à la technique de synthèse employée. Ce sont les conditions biologiques et secondairement anatomiques qui nous guident ici dans le choix de la méthode. Nous avons vu que d'une façon générale les meilleurs résultats sont obtenus par les synthèses à matériel autoplastique utilisé dans ses multiples formes. Nous avons vu aussi que cette supériorité est due à de multiples facteurs biologiques, et qu'une des conditions essentielles est la vitalité inaltérée des fragments récepteurs, afin que l'os de l'hôte puisse répondre à l'excitation ostéogénétique du transplant. Il est donc compréhensible que l'os hétéroplastique, et à plus forte raison l'os homoplastique, soient inférieurs de beaucoup aux transplants autoplastiques, car les phénomènes vilains qui jouent le rôle prépondérant dans l'ostéogénèse sont sensiblement amoindris. Il faut savoir ensuite que la forme de synthèse la plus favorable reste le mince transplant ostéo-périostique à la DELAGÉNIÈRE, qui garantit au maximum l'installation d'échanges cellulaires ostéogénétiques. Mais du point de vue statique, elle présente l'inconvénient d'être insuffisante. Il y a

donc intérêt à utiliser un greffon autoplastique massif (ALBEE) constituant un agent de fixation solide tout en donnant les garanties biologiques exigées ; si nous l'employons selon le procédé axial, il est utile de le déphériorer, car sa résorption, et par conséquent la libération du canal médullaire, sera plus rapide. L'emploi du matériel homoplastique est à rejeter, parce qu'il n'offre pas les conditions de sécurité exigées.

L'emploi du matériel hétéroplastique a subi de profondes améliorations depuis la création de l'os purum. Il est certain que, dépourvu de tout élément ostéogène vivant, il est inférieur aux différents transplants autoplastiques, mais, dans l'impossibilité d'employer ces derniers, il reste la forme la plus avantageuse d'os mort. Il constitue un matériel de prothèse biologique par excellence, du fait de son absorption intégrale suivie de néoformation osseuse, et il donne en outre tous les avantages d'un tuteur rigide. Mais, comme nous l'avons vu, il ne faut pas demander à l'os purum de remplir une tâche destinée au matériel autoplastique, et c'est ainsi que son emploi ne sera justifié que pour de petites pertes de substance, et dans un milieu récepteur bien vivant. Il est vrai que l'emploi de l'os purum peut être utilement amélioré par sa combinaison à l'os novum. Cette utilisation complémentaire influencera sensiblement les conditions biologiques, mais compliquera encore davantage la technique opératoire. Qu'il s'agisse de matériel autoplastique ou hétéroplastique, il faut favoriser surtout la cellule ostéogénétique, qui constitue l'agent principal d'une ostéosynthèse organique réussie.

Après le problème biologique, nous devons envisager dans son ensemble le problème technique de la synthèse organique. En nous souvenant que le procédé le

plus biologique consiste dans l'emploi d'une prothèse organique autoplastique, nous aurons à choisir entre les différents procédés techniques. En présence d'une fracture ancienne à cal vicieux, ou d'une pseudarthrose avec perte de substance appréciable, le procédé le moins décevant reste l'ostéoplastie. Mais il faut savoir qu'elle est d'une technique délicate et parfois difficile à exécuter. Si l'on ne veut pas pratiquer une greffe pédiculée, un bon avivement des fragments avec mise en place d'un tuteur d'os libre, comportant périoste et moelle, peut donner des résultats satisfaisants. Cette dernière méthode prendra toute son importance dans les pseudarthroses avec petite perte de substance, où il s'agit surtout d'apporter des éléments ostéogénétiques vivants au foyer de fracture. Si les conditions statiques le permettent, nous aurons recours, dans ce dernier cas, à la méthode ostéo-périostique qui, tout en offrant les mêmes avantages biologiques, permettra une accélération sensible de la pénétration ostéoblastique et, par conséquent, de la néoformation osseuse. Mais il faut tenir compte du rôle de fixateur que doit remplir le transplant, et nous comprendrons qu'une fracture ayant à subir des tractions musculaires importantes doit être appareillée avec un tuteur solide cortical ou axial ; la méthode ostéo-périostique mince sera réservée aux fractures ayant à supporter des charges moins importantes.

Nous venons de parler de la méthode axiale. Il est certain que ses avantages sont multiples dans les fractures diaphysaires récentes irréductibles pour une raison ou une autre. Mais il faut savoir que l'orsqu'on veut profiter de l'enchevillement, une technique rigoureuse s'impose si l'on utilise des chevilles autoplastiques. D'autre part, la méthode axiale semble peu sûre

dans les pseudarthroses avec perte de substance plus ou moins étendue : il faut ajouter des chevilles transversales qui fixent le tuteur central, et même un manchon ostéo-périostique qui entoure le foyer. Cette dernière précaution est même indispensable dans le traitement des pseudarthroses par chevilles d'os purum. Malgré tout, chaque fois qu'une fracture récente et irréductible nécessite une intervention sanglante, il faut penser à la méthode axiale, qui paraît encore plus séduisante lorsqu'on se sert de matériel hétéroplastique préparé d'avance, diminuant ainsi la complexité de l'intervention.

Ceci nous amène au matériel hétéroplastique. Nous savons déjà qu'il est inférieur à la prothèse autoplastique. Mais il y a des cas où nous le préférerons délibérément, car il donne à l'intervention cette simplicité que nous connaissons et qui résulte de la disparition d'un temps opératoire, celui du prélèvement du greffon. Nous choisirons donc ce matériel dans les cas où le malade refuse l'intervention supplémentaire pour prélever le transplant osseux, ou encore quand nous aurons intérêt à donner à l'ostéosynthèse organique un caractère de simplicité et de rapidité.

CONCLUSION

L'ostéosynthèse résorbable est une méthode biologique qui présente de multiples avantages. Elle ne doit être employée qu'après de sérieux essais de réduction par moyens orthopédiques. Ses deux facteurs principaux, la synthèse métallique et la synthèse organique, ont des indications bien définies. La première utilise le magnésium et ses alliages, et est employée avantageusement dans les petits clouages et agrafages épiphysaires où le matériel prothétique ne dépasse pas le poids de 4 grammes. La seconde a des applications nombreuses qui varient selon la variété et l'utilisation du matériel, et même selon la technique opératoire.

Cette synthèse organique peut être utilisée dans le traitement des fractures anciennes et des pseudarthroses, qu'il s'agisse de fractures d'os longs ou d'os courts. Si l'on veut tirer le maximum d'avantages du processus ostéogénétique, on emploiera des greffons autogènes qui favoriseront sensiblement l'évolution biologique du foyer de fracture. Nous l'utiliserons également dans les fractures récentes irréductibles où le matériel autoplastique pourra être remplacé à la rigueur par des transplants hétéroplastiques. Ce matériel hétéroplastique est avantageux par la suppression de l'automutila-

tion qu'exige le prélèvement du matériel autoplastique et par la simplification de la technique opératoire qui résulte de son emploi. Parmi le matériel hétéroplastique, l'os purum prend une place de choix, car la facilité de sa réhabitation, sa résorption facile ainsi que sa perméabilité rendent son emploi très intéressant, qui toutefois est nettement limité par le fait de sa nudité en éléments ostéogènes. Parmi les différentes méthodes organiques utilisées, la méthode corticale par tuteur massif autoplastique et la méthode axiale auto ou hétéroplastique paraissent donner le plus de solidité, si l'on fait abstraction de l'ostéoplastie indiquée surtout dans les pseudarthroses à grande perte de substance, et qui est d'une technique plus compliquée.

Souvenons-nous des contre-indications absolues qui constituent, tant pour la synthèse métallique que pour la synthèse organique, l'âge avancé du sujet, la septicité du foyer de fracture, les fractures comminutives et ouvertes. Compte tenu de ces réserves, il reste que cette ostéosynthèse résorbable, comparée à la synthèse classique métallique, est nettement avantageuse du point de vue biologique, lorsqu'on envisage les réactions possibles du milieu, qui est l'os humain vivant.

BIBLIOGRAPHIE

- ABOTT. — Traitement des fractures des os longs. *Congrès de Chir.*, 1920.
- ALBEE. — Notions fondamentales pour la transplantation osseuse. *J. A. M. A.* 1923, vol. LXXXI, n° 17.
- Principes du traitement des pseudarthroses. *Surg. Gyn., Obst.*, 1930, tome LI, n° 3.
- ALGLAVE. — XXIV^e Congrès de Chir. 1911 ; Technique opératoire ou traitement sanglant des fractures fermées. Rapport d'Alglave.
- APOSTOLANU et VLADUTIU. — Recherches expérimentales sur le traitement des fractures. *Lyon chirurgical* 1935, tome XXXII, n° 6.
- AUTEFAGE. — Autogreffe intra-médullaire (rapport Mauclaire). *Bull. et Mémoires de la Soc. de Chir.* 1918.
- ARNAUD. — Les greffes osseuses par enchevillement dans le traitement des pseudarthroses traumatiques des grandes diaphyses. *Bruxelles médical*, 2. 7. 1939, n° 35.
- ARNOLD. — Suture osseuse résorbable. *Arch. f. orthoped. u. Unfallchir.*, 1933, tome XXXIII.
- AUMONT. — Trois cas de pseudarthroses de membres ; greffe osseuse par procédé mixte : greffe libre, intra-segmentaire et ostéopériostique. *Bull. et Mémoires de la Soc. nat. de Chir.*, 9. 2. 1929, n° 4.
- AXHAUSEN. — Nouvelles recherches histologiques sur la transplantation du tissu osseux chez l'homme. *Arch. f. klin. Chir.*, 1909.
- BAIESCO, POPESCO, SEVERIN et BALUTZA. — L'ostéosynthèse par autogreffe médullaire dans les fractures de la diaphyse fémorale chez l'enfant. *Revista de Chir.* 1934, n° 78.
- BARBET. — De l'usage des greffes osseuses dans la cure des pseudarthroses diaphysaires. *Thèse Paris*, 1913.
- BARKINS et PHEMISTER. — Technique simplifiée de la greffe osseuse pour fractures non consolidées. *J. A. M. A.* 1937, p. 1501.

- BASSET. — Pseudarthroses du col du fémur. Pose d'une cheville d'os de bœuf. *Bull. et Mém. de la Soc. nat. de Chir.* 1929, n° 25.
- BAUDET et MASMONTÉIL. — Ostéosynthèse des fractures diaphysaires de la jambe. *Journal de Chir.* 1923, tome XXII.
- BÉRARD et CREYSSÉL. — Ostéosynthèse avec plaque en alliage résorbable. *Lyon Chir.* 1935, n° 6.
- BELÈTRE. — Contribution à l'étude des fractures fermées de la clavicule. *Thèse Paris* 1936.
- BÉRARD. — *Congrès de Chir.* 1911 : Rapport de Bérard ; Indications et résultats du traitement sanglant dans les fractures fermées et récentes des membres.
- Ostéosynthèse des os longs par auto-greffe locale. *Livre jubilaire d'A. Lambotte* 1936.
- BIER. — Remarques sur la régénération des os. *Arch. f. klin. Chir.* 1912, tome LI, fasc. 1.
- BÖHLER. — Technique du traitement des fractures. Masson 1934.
- BOPPE. — Du traitement de certains retards de consolidation par la perforation des fragments (méthode de Beck). *Presse médicale* 1934, n° 8.
- BRETTE. — Un cas de fracture spontanée du tibia après prélèvement du greffon. *Revue d'orthopédie et de Chir. de l'appareil moteur* 1935, tome XXII, n° 1.
- BROCKNEY. — Emploi des greffes d'os mort intra-médullaire dans la réduction à ciel ouvert des fractures de la clavicule. *The Journal of Bone and Joint surgery* 1930, tome XII.
- BURROWS. — Treatment of ununited fractures by bone grafting without resection of bone ends. *Proc. roy. soc. med.* 1940, tome XXXII.
- CALVÉ. — Les greffes osseuses dans les pseudarthroses. *Paris médical*, 23 sept. 1916.
- CAMÉRA. — 32 cas de raccourcissement orthopédique du membre inférieur. *Chir. degli organi di movimento* 1933, p. 569.
- CANITZ. — Contribution à la nature de la transplantation osseuse. *Acta Chir. Scandinavica*, vol. LXXV, 1934.
- CAMPBELL. — Greffe d'os en plaque unique pour fractures non consolidées. *Arch. of surgery* 1939, vol. XXXVIII, p. 272.
- CAMPBELL et BOYD. — Fixation of bone grafts by means of vitellium screws in treatment of fractures. *American Journal of Surgery* 1941, tome LI.
- CAUDRELITZ. — La prise au tibia des greffons osseux. *Thèse Lille* 1936.
- CHAKLIN. — An intra-extra medullary method. *Livre jubilaire d'A. Lambotte*, 1936.

- CHRISTOPHE. — Recherches sur les greffes osseuses. *Presse médicale* 1921, XXIV, p. 204.
- Note sur le mécanisme de l'ostéogenèse de réparation et le processus de résorption de certains greffons osseux morts. *C. R. des séances de la Soc. de biol.* 1921, tome LXXXV, p. 212.
- CHRISTIDI. — Fractures du fémur traitées par le procédé de Juvara. *Revue de Chir.*, 1933, n° 3-4.
- CORNIOLEY. — A propos du chevillage dans les fractures diaphysaires des os longs. *Bull. de la Soc. de Chir.* 1930, tome II, p. 1270.
- De l'ostéosynthèse des os longs : étude, critique pratique et biologique. Doin et C^{ie}, 1921.
- CROPPA. — Mécanisme de la décalcification osseuse. *Paris médical*, 10 août 1935.
- CUNÉO et RUVILLOIS. — Résultats actuels des greffes osseuses. *Congrès de Chirurgie*, Paris 1922.
- DANIS. — Le traitement des pseudarthroses. *Journ. de chir.* 1935 n° 2.
- Le traitement des pseudarthroses (procédé de l'éclissage). *Le Scalpel*, 13.10.1934, n° 41.
- DECKNER. — Fractures spontanées du tibia après prélèvement du greffon. *Braun's Beiträge für klinische Chirurgie* 1932, vol. CLVI, fasc. 4.
- DELAGÉNIÈRE. — De la greffe ostéo-périostique : ses applications en chirurgie et ses résultats. *Bull. de l'Acad. de méd.* 1922, 3^{me} série, tome LXXXVIII, n° 40.
- DENIKER. — Ostéosynthèse par enchevillement osseux. *Bull. et Mém. de la Soc. nat. de chir.* 1924, p. 263.
- DESPLAS. — Kyste de l'humérus récidivé ; fracture spontanée ; résection humérale diaphysaire large. Reconstitution par autogreffe péronière enchevillée. *Mém. de l'Acad. de chir.*, nov. 1936, p. 1297.
- DIMITRIU. — Appareil pour façonner les greffons. *Rev. de chir.*, sept.-déc. 1934.
- DUBREUIL, CHARBONNEL et MASSÉ. — Les processus normaux et pathologiques de l'ostéogenèse.
- Les théories et le rôle des ostéoblastes. *Ann. d'anat. path. et d'Anat. normale médico-chir.*, mars 1933, n° 3, avril 1933, n° 4.
- Ostéogenèse normale et pathologique ; théories classiques et théories nouvelles ; le rôle des ostéoblastes. *Bull. et Mém. de la Soc. nat. de chir.*, juillet 1933, n° 23.
- Le processus de l'ostéogenèse. *Journal de Médecine de Bordeaux* 1935, n° 25.

- DUVAL Pierre. — A propos de l'ostéosynthèse. *Presse médicale*, 14 déc. 1935.
- FLORENTIN. — L'ostéogenèse expérimentale et pathologique. *Biologie médicale*, février 1936.
- Le problème de l'ostéogenèse. *Rev. méd. de Nancy*, 15 juillet 1936.
- FONTAINE. — A propos de 8 cas de retards de consolidation et de pseudarthroses traités par la sympathectomie péri-artérielle. *Rev. de chir.* 1924.
- FRANGENHEIM. — Greffe osseuse intra-médullaire. *Arch. f. klin. Chir.*, 1909.
- FREDET. — Série intégrale d'ostéosyntheses humérales pour fractures fermées, exécutées depuis 1911 avec leurs résultats éloignés. *Journ. de chir.* 1924, tome XXII.
- GALFRÉ — Méthode d'ostéosynthèse résorbable. *Thèse de Genève*, 1928.
- GAUDART. — Sur les chevilles d'ivoire comme moyen d'immobilisation directe des fractures et comme soutien du périoste. *Thèse de Genève*, 1892.
- GAZOTTI. — Contribution expérimentale à l'étude de l'enchevillement. *Policlinico sez. chir.*, 1912-13.
- GAUDIER. — Fracture grave de l'avant-bras avec perte de substance osseuse, traitée par greffe Résultats définitifs. *Bull. de chir.*, 25 avril 1928, p. 633.
- GILORTEANU, ANTHANASIU et POPESCO. — Auto greffon centro-central par empenage pour pseudarthroses des os de la jambe. *Rev. de chir. de Bucarest*, 1938, n° 41.
- GIRODE. — L'implantation d'os tiré dans les pseudarthroses et les fractures du col du fémur. *Rev. de chir.*, 1922, p. 60.
- GIROTTI. — L'enchevillement central dans les fractures transversales de la diaphyse du fémur. *La chir. degli organi di movimento* 1932, vol. XVII, fas. 4.
- HALLOPEAU. Pseudarthrose de l'humérus. Guérison en deux mois par une greffe d'os mort *Soc. de chir. de Paris*, 4 juin 1919.
- Pseudarthrose de la jambe droite. Greffe par glissement; guérison. *Ibid.*, 9 mai 1923, p. 712.
- HAMANT. — Traitement des fractures par ostéosynthèse métallique et l'ostéosynthèse axiale par greffon. *Congrès intern. de chir. des accid. du travail*. Bruxelles juillet 1935.
- HEITZ-BOYER. — Les greffes osseuses et la reproduction des os. *Acad des sc.*, 16 décembre 1918.

- HEY-GROVES. — Experimental principles of the operative treatment of fractures and their clinical application. *The Lancet* 1914, tome I.
- Modern treatment of fractures, 1921.
- HOFMANN. — Greffe osseuse intra-médullaire. *Arch. f. klin. chir.* 1909.
- HOGLUND. — Surg. gyn. obstetrics, février 1917, p. 243.
- HUGUIER. — *Bull. et mém. de l'Acad. de chir.* (rapport de M. Schwartz, 1937, p. 228).
- HENDERSON. — Fracture non consolidée du col du fémur, traitée à l'aide d'une greffe osseuse. *Journ. of bone and joint surg.* 1940, t. XXII, n° 1.
- Greffe osseuse massive en cas de fractures multiples. *J. A. M. A.* 1936, p. 1105.
- Bone graft in ununited fractures. *Ibid.*, juillet 1938, vol. XX, p. 635.
- HUDSON. — Fracture intra-capsulaire du col du fémur; mise en place du greffon osseux. *Ibid.*, avril 1935, n° 2.
- HAAS. — Extra articular bone graft with special study of primary failures of fusion. *Ibid.*, juin 1933, vol. XV.
- HALLOCK. — Use of multiple small bone transplants in treatment of pseudarthrosis of tibia of congenital origin. *Ibid.*, juillet 1938, vol. XX, p. 648.
- IMBERT. — *Bull. et mém. de la Soc. nat. de chir.* 1918.
- Remarques sur la greffe osseuse. *Presse méd.* 1918, n° 26, p. 233.
- La greffe osseuse, recherches expérimentales. *Journal de chir.*, 1926, t. XXVII, p. 710.
- *Arch. d'anat. pathol.*, 1930, t. VII, n° 3, p. 313.
- Notes sur les greffes osseuses; le rôle du greffon. *Bull. de l'Acad. de méd. de Paris*, 1923, t. XC, n° 31, p. 176.
- JUVARA. — Contribution à l'ostéosynthèse. *Revue de chir.*, 1933, n° 8, p. 563.
- Contribution à l'ostéosynthèse axiale; procédé de verrouillage. *Bull. de la Soc. de chir.*, 1931, t. LXII, p. 883.
- KIRK. — Non consolidation de la greffe osseuse. *The journal of bone and joint surgery*, 1938, vol. XX, n° 3.
- KEY. — Le traitement des pseudarthroses au moyen des greffons osseux, fixés par des vis métalliques. *Surgery* 1937, vol. I, n° 5, p. 730.
- KÖCH. — *Congrès fr. de chir.*, 1911, p. 775.

- LAFITTE. — Quelques remarques sur l'enchevillement des fractures diaphysaires. *Presse médicale* 1936, n° 3, p. 51.
- Sept cas de fractures anciennes et de pseudarthroses traitées par la greffe osseuse intra-médullaire. *Bull. et mém. de la Soc. nat. de chir.*, 4 janvier 1933.
- LAFITTE. — De l'ostéosynthèse organique intra-médullaire dans les fractures diaphysaires. *Ann. de l'Hôpital-Hospice de Niort*, 3^e semestre 1934.
- Utilisation des greffons osseux intra-médullaires dans le traitement des fractures diaphysaires. *XXIII^e Congrès de médecine*. Québec, août 1934.
- Etude de 16 cas d'enchevillements intra-médullaires. *Rev. d'orthopédie*, 1937, n° 1, p. 132.
- LAMBOTTE. — Chirurgie opératoire des fractures. Masson 1913. *Congrès de Chir.*, 1911.
- LE DENTU. — Greffe d'os décalcifié. *Acad. des sciences*, 16 nov. 1891, p. 704.
- LEJARS. — Traité de Chirurgie d'urgence. 1901.
- LECÈNE et HUET. — Chirurgie des os et des articulations. Masson.
- LENORMANT. — Pseudarthrose avec large perte de substance du radius ; greffe osseuse. *Bull. et Mém. de la Soc. nat. de Chir.* 1933, tome LIX, n° 12.
- LÉO, — La greffe autoplastique de sang dans les cavités osseuses. *La chir. degli organi di movimento*, 1930, tome XIV, fasc. 6, p. 703.
- LERICHE. — Résultats des greffes osseuses. *XXXI^e Congrès de chir.* 1922.
- Résultats éloignés des greffes de tissu osseux hétérogène. *Bull. et Mém. de la Soc. nat. de chir.* 1933, n° 33.
- LERICHE et POLICARD. — Les phénomènes de réhabitation des territoires osseux morts et leur importance dans les fractures ouvertes. *Presse médicale* 1918, n° 52, p. 479.
- *Académie des Sciences*, 21 janvier 1918. *Bull. et Mém. de la Soc. nat. de chir.*, 26 juin 1918.
- De la valeur des signes tenus pour caractéristiques dans la vie des greffons osseux. *Soc. de chir. de Paris*, 4 juin 1919, p. 902.
- Résultats des greffes osseuses. *XXX^e Congrès de chir.*, 1922.
- Physiologie normale et pathologie de l'os. Masson 1926.
- LEVEUF, GIRODE et MONOD. — Traitement des fractures et luxations des membres. Masson 1935.

- LEVEUF et GODARD. — La réduction sanglante des fractures supra-condyliennes de l'humérus chez l'enfant. *Journal de Chir.* 1936, tome I, p. 358.
- L'enchevillement osseux des fractures. *Journ. de Chir.* 1936, tome II, p. 791.
- LEXER. — Die freie Transplantation. *Neue deutsche Chir.*, 1919.
- Quelques-unes des maladies des os transplantés *Zentralblatt f. Chir.*, 1935, n° 31.
- LORETTO. — Sur le contenu en calcium des segments osseux, siège de fractures expérimentales. *Ann. ital. di Chir.* 1930, vol. IX, fasc. 12, p. 1283.
- LUNARDI. — Comportement des fractures enchevillées avec du matériel de résistance variée *La chir. degli organi di movimento* oct. 1936, p. 337.
- LUCK. — Intracapsular fractures of neck of femur ; simple method for placing bone graft *Journal of bone and joint surgery* 1935, vol. XVII, p. 332.
- MADIER. — Reconstitution de la clavicule par une greffe osseuse. *Soc. nat. de Chir.* 1929, n° 12.
- Les dangers de l'ostéosynthèse métallique. *Soc. nat. de Chir.*, 1935, n° 31, p. 1256.
- MASMONTEIL. — De la tolérance de l'os aux corps étrangers métalliques ; contribution à l'étude de l'ostéosynthèse. *Presse médicale*, 27 nov. 1935.
- MASSART. — Les greffes osseuses de la mère à l'enfant. *Soc. de Chir.*, tome XXVII, n° 5, séance du 1^{er} mars 1935.
- MATHIEU. — Discussion à propos de l'ostéosynthèse *Bull. et Mém. de la Soc. nat. de Chir.* 1935, n° 31. p. 1256.
- Discussion sur l'enchevillement. *Bull. et Mém. de la Soc. nat de Chir.* 1936, p. 1301.
- MAUCLAIRE. — Réparation des pertes de substance des os par les greffes ostéo-périostiques d'Ollier, les greffes osseuses segmentaires, les implantations osseuses. *Rev. méd. franç.*, mars 1934, n° 3.
- MAUCLAIRE. — Rapport sur : 1° Les greffes osseuses pour réparer les pertes de substance osseuse diaphysaire dans les plaies de guerre ; 2° Trois essais de greffes osseuses pour perte de substance (Dujarier). *Soc. de Chir.*, 20 sept. 1916.
- Les greffes chirurgicales.
- MENEGAUX et ODIETTE. — Contribution à l'étude de l'ostéosynthèse du point de vue biologique. *Presse médicale* 1934, n°s 32 et 92 ; 1935, n°s 8 et 80.

- MICHON. — Contribution à l'étude de la transplantation osseuse (réparation des métacarpiens et des phalanges). *Journal de Chir.* 1922, p. 260.
- MILIER. — Simplified internal fixation of inlay bone grafts. *J.A.M.A.* 1939, n° 113, p. 635.
- MINNE et LOORNS. — Un cas de pseudarthrose post-traumatique traité par la greffe osseuse. *Soc. de médecine du Nord*, in *Echo méd. du Nord*, 15 avril 1934, n° 15.
- MOCK. — Transplantation de périoste pour traiter les retards de consolidation, les pseudarthroses et les pertes de substance osseuse. *Surg. Gyn. Obstetr.*, mai 1928, n° 5.
- MORAZZA. — Une nouvelle méthode d'enchevillement *Zentralblatt f. Chir.*, août 1936, n° 31, p. 1828.
- MASSINI. — Greffe osseuse du radius gauche ; fracture du greffon et pseudarthrose un an après ; greffe itérative avec bon résultat. *Bull. de la Soc. de Chir.*, 1931, tome I, séance du 11 fév. 1931, p. 204.
- MULLER-MERNACH. — Enchevillements des fractures des os longs. *Zentralblatt f. Chir.*, an LX, 22 juill. 1933, n° 29.
- MULLER. — Recherches expérimentales sur la transformation osseuse produite mécaniquement sur l'os jeune et adulte. *Beiträge zur klin. Chir.*, 1922, tome CXXVII, fasc. 2, p. 251.
- MUMFORD. — Bone graft in union of fractures. *Industr. méd.*, fév. 1939, n° 8, p. 55.
- NAGEOTTE. — Ostéogénèse dans les greffes mortes. *C. R. de l'Acad. des sciences*, 1920.
- NEUMANN. — Les causes de l'insuccès de l'ostéosynthèse. *Ann. de la soc. belge de Chir.*, tome XXXIII.
- *Journal de Chir.*, 1927, tome XXIX, p. 674.
- L'os purum dans l'enchevillement des fractures diaphysaires. *Bull. et Mém. de l'Acad. de Chir.*, 7 avr. 1937, n° 11, p. 431.
- NORMAN. — Bone grafts in treatment of pseudarthrosis. *American Journal of Surgery*, janv. 1936, n° 31, p. 160.
- NOVÉ-JOSSERAND et TAVERNIER. — Arthrodèse par greffe osseuse dans les coxalgies anciennes mal guéries. *Bull. et Mém. de la soc. nat. de Chir. de Paris*, 1922, tome XLVIII, n° 20, p. 815.
- ORELL. — Studien über Knochenimplantationen und Knochenneubildungen. *Acta Chir. Scand.*, 1934, n° 74.
- Observations on transplantation of bone. *Acta Chir. Scand.*, 1934, n° 74.

- Interposition of os purum in osteosynthesis after osteotomy, resections of bones and joints. *Surg. Gynec. Obstetr.* 1934, vol. LIX.
- De l'implantation de l'os purum et de l'os novum. *Mém. de l'Acad. de Chir.*, 21 déc. 1935
- Greffe chirurgicale d'os avec l'os purum. *The Journal of bone and joint surg.*, 1937, vol. XIX.
- PALMA. — Influence de la sympatricectomie sur le processus de réparation des fractures. *Annali italiani di Chir.*, 1925, vol. IV, fasc. 1-2, p. 85.
- PAPIN. — Quelques points de technique concernant le raccourcissement opératoire des membres inférieurs. *Bordeaux chir.*, juin 1935, p. 176.
- PATEL. — Traitement des pseudarthroses de l'extrémité inférieure du fémur. *Concours médical*, 18 déc. 1932.
- PAUCHET. — Cure de pseudarthrose par greffe osseuse. *Presse médicale*, 7 déc. 1916.
- PIER CACERES — Ostéosynthèse par plaque de corne. *Revue mex. de Chir*, août 1935.
- PIERI. — Double enchevillement autoplastique dans le traitement de la sacro coxalgie. *Journal de Chir.*, 1930, tome XXXVII, p. 361.
- POLACCO. — Pseudartrosi curata con innesto osteoperiosteo par scorimento. *Giorn. méd. di alto Ad.*, mars 1936, n° 8, p. 174.
- PRAT DOMINGO. — Sur la régénération osseuse. *Journal de Chir.* 1927, tome XXX, p. 650.
- PRINCETEAU. — *Congrès de Chirurgie* 1911, p. 813.
- RANKIN — Quatre cas de transplatation osseuse. *Glasgow medical Journal*, déc. 1924, vol. XX, p. 385.
- RE. — Greffe autoplastique dans les fractures et pseudarthroses du col du fémur. *Arch. di ort.*, 31 déc. 1936, tome LII, p. 689.
- RICHARD. — Greffe pour pseudarthrose par résection diaphysaire dans les ostéomyélites aiguës. *Mém de l'Acad. de Chir.* nov. 1937, vol. LXIII, p. 1186.
- ROBINEAU. — Prothèse osseuse en métal à revêtement d'ébonite. *Journal de Chirurgie*, 1926, tome XXVII, p. 51.
- ROBINSON. — Le rôle de la circulation dans la guérison des fractures. *Arch. of Surg.*, sept. 1928, vol XVII, n° 3, p. 40.
- ROCHER, MATHEY-CORNAT et FOUYANNE. — Maladie osseuse de Recklinghausen : fractures itératives du fémur ; parathyroïdectomie et greffe osseuse. *Bull. et Mém. de la Soc. rad. méd. de France*, mai 1936, n° 24, p. 475.

- ROGER. — Les greffes expérimentales. *Presse médicale*, 12 janvier 1935, n° 4.
- ROLLAND. — Contribution à la pratique de la chirurgie osseuse, 1921.
- ROQUES. — La pseudarthrose ostéomyélitiques après résection ; traitement par les greffes osseuses. *Thèse Toulouse* 1933 34.
- RUPP. — L'enchevillement des os longs. *Zentralblatt f. Chir.* an. LX, oct. 1933, n° 40.
- SAUVAITRE. — Valeur comparée des greffes osseuses segmentaires dans la cure des pseudarthroses diaphysaires. *Thèse Bordeaux* 1922-23.
- SCHULZ. — Traitement des pertes de substance osseuse dans les fractures. *Zentralblatt f. Chir.*, 8. 12. 1934.
- SEGONIA. — Le calcium au cours de la guérison des fractures. *Zeitschrift f. orthop. Chir.* 1927, vol. XLVIII, fasc. 4, p. 572.
- SERRAFINI et ANTONIOLI. — Contribution clinique et histologique à l'étude de la transplantation osseuse autoplastique chez l'homme. *Arch. ital. di chir.*, sep. 1926, tome XVI, fasc. 3, p. 273.
- SERRA. — Contributo istologico de trapianto osseo libero nell'uoma. *Chir. degli organi di movimento*, 1917, vol. I. p. 130.
- SIMON. — La greffe osseuse. *Revue de chir.*, 1922, p. 207.
- Biologie de l'os fracturé. *Revue méd. de l'Est*, 15 mai 1934, t. LXII, n° 10, p. 326.
- SOUSA PEREIRA, RODRIGUE, CARVALHO. — La résection diaphysaire et l'influence des greffes autoplastiques et d'os mort sur la croissance de l'os. *Brux. méd.*, 1939, n. 32, p. 981.
- La résection diaphysaire et l'influence des greffes autoplastiques et d'os mort sur la croissance de l'os (*suite et fin*). *Ibid.*, n° 33, p. 1028.
- SPECKLIN. — Pseudarthrose ancienne après fracture sur terrain rachitique ; greffe osseuse, absence de consolidation jusqu'à récalcification intense. *Strasbourg médical*, 1926, t. II, p. 170.
- TANTON. — Fracture in Le Dentu-Delbet, t. I, p. 109.
- TAVERNIER. — A propos des greffes d'os tué. *Soc. de chir. de Lyon*, 23-1-1930.
- L'utilisation de l'os purum. *Lyon chir.*, 1938, vol. XXXV, p. 248.
- TORNARD. — Les pseudarthroses du radius, suite de blessures de guerre. *Thèse Paris*, 1919.
- TRAIN. — Traitement des pseudarthroses diaphysaires des membres par greffes ostéo-périostiques. *Thèse Bordeaux*, 1919-20,

- VERBRUGGE. — Le matériel métallique résorbable en chirurgie osseuse. *Presse méd.*, mars 1934, n° 23, p. 460.
- La tolérance du tissu osseux vis-à-vis du magnésium métallique. *Presse méd.*, juillet 1933, n° 55.
- VIGNARD. — Sur deux cas de greffes osseuses. *Avenir médical*, mars 1937, n° 34, p. 85.
- VILLARD. — Traitement des pseudarthroses du radius par la greffe péronière. *XXVII^e Congrès de Chir.*, 1918, p. 480.
- VOGIER, RÉDIER et MARTIN. — Les recherches de Bernard Heine sur la régénération osseuse (Berlin 1926). *Journal de Chirurgie*, 1926, tome XXVIII, p. 297.
- WENZL. — Le traitement de la pseudarthrose par la plastie faite d'un segment osseux retourné. *Der Chirurg., Berlin et Vienne*, an IX, 15 avril 1937, fasc. 8.
- WEST. — Choice of bone grafts in fracture surgery. *South medical Journal*, juillet 1937, n° 30, p. 685.
- WILLIAMS. — Valeur comparée dans les différentes méthodes de greffe osseuse. *Annals of surgery*, 1921, vol. LXXIV, n° 3.
- YOUHARA. — Experimentelle Studien über den Einfluss der vorausgehenden Fraktur auf die Knochentransplantation. *Soc. path. japon.*, 1940, n° 30, p. 738r.
-

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	11
HISTORIQUE.....	14
APERÇU GÉNÉRAL SUR LA BIOLOGIE OSSEUSE.....	17
L'Ostéosynthèse métallique résorbable.....	21
Tolérance du tissus osseux vis-à-vis du métal.....	23
Indications et particularités techniques de l'ostéosynthèse...	30
Contre-indications ..	30
Tibia.....	32
Cou-de-pied.....	33
Calcaneum ..	34
Fémur.....	36
Coude.....	37
Humérus.....	37
Épaule.....	37
L'Ostéosynthèse résorbable à matériel non métallique.	39
Nature du matériel utilisé.....	41
matériel autoplastique.....	42
matériel homoplastique.....	45
matériel hétéroplastique.....	46
os purum.....	49
os novum.....	50
Phénomènes biologiques résultant de la mise en place du greffon et sa résorption.....	51
Rôle ostéogénétique du matériel résorbable osseux.....	58
Tolérance des tissus voisins vis-à-vis du matériel osseux implanté.....	62

Technique générale de l'ostéosynthèse osseuse	
résorbable	65
Méthode corticale	67
Méthode axiale	75
Indications générales de l'ostéosynthèse résorbable à matériel non métallique	84
Contre-indications.	87
Indications opératoires et leurs particularités techniques....	89
Humérus	89
Avant-bras	91
Métacarpiens	94
Fémur	95
Tibia	100
Calcanéum	103
Critique des différents procédés d'ostéosynthèse résorbable.	105
 CONCLUSION.....	111
BIBLIOGRAPHIE.....	113

VU :
Montpellier, le 2 Décembre 1941.
Le Doyen,
EUZIERES.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Montpellier, le 3 décembre 1941.
p. Le Recteur,
Augustin FLICHE.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !
